مجموعهٔ امیر

دورهٔ فیزیک

جلد دوم

مخصوص سال سوم مدارس متوسطه

تألیف

احمد آرام ـ ف. فصیحی ـ ن. بصیری

فارغ التحصیلهای دار الفنون

چاپ دوم

شهریور ۱۳۰۶

کتابخانهٔ علمی ـ خیابان ناصریه ـ طهران

دستور رسمی تعلیمات متوسطه مصوبه شورای عالی معارف

صوت – حقیقت صوت – انعکاس صوت – صفات صوت – دیاپازن – میزان الصوت

نور – اجسام منیره و مستنیره – اجسام شفاف یا حاکی ماوراء – اجسام کدر یا حاجب ماوراء – اجسام نیم شفاف – انتشار مستقیم الخط نور – سایه – مختصری در باب انعکاس و انکسار نور – تصویراتی که از آینه‌ها و عدسیها حاصل میشوند (این مطالب فقط باید عملاً باشد) – سیر اشعه و تصویر حقیقی و مجازی – مختصری در خصوص ابصار – نزدیک بین و دوربین – شیشه‌های یک جهة اصلاح چشم عدسی – ذره‌بین – شرح مختصری در خصوص عینک و ذره‌بین – مرکب بودن نور

الکتریسیته – تولید الکتریسیته – استوانه فاراده – مقدار تولید الکتریسیته بواسطه مجاورت – قدرت نوکها – قدرت ماشین الکتریسیته – مطالب تجربه در خصوص اختلاف سطح الکتریسیته ظرفیت الکتریسیته بطور اختصار – آلات متعلقه بالکتریسیته متکاثف – جریان الکتریسیته – قطب نما – آهن ربا – حوزه مقناطیس – جریان الکتریسیته – قاعده امپر – سولنید یا جریان لوله شکل – الکترولیز یا تجزیه اجسام باعانت الکتریسیته بطور اختصار – امپر – آمپرمتر – مقاومت الکتریکی – اهم قانون اهم – ولت – ولت متر – قانون ژول – قدرت الکتریکی وات – موارد استعمال مهمه مقناطیس الکتریکی – اصول تلگراف – ماشین گرام – اصول آثار الکتریسیته القائی – مختصری در باب الکتریسیته جو – برق گیر .

مبحث اوّل

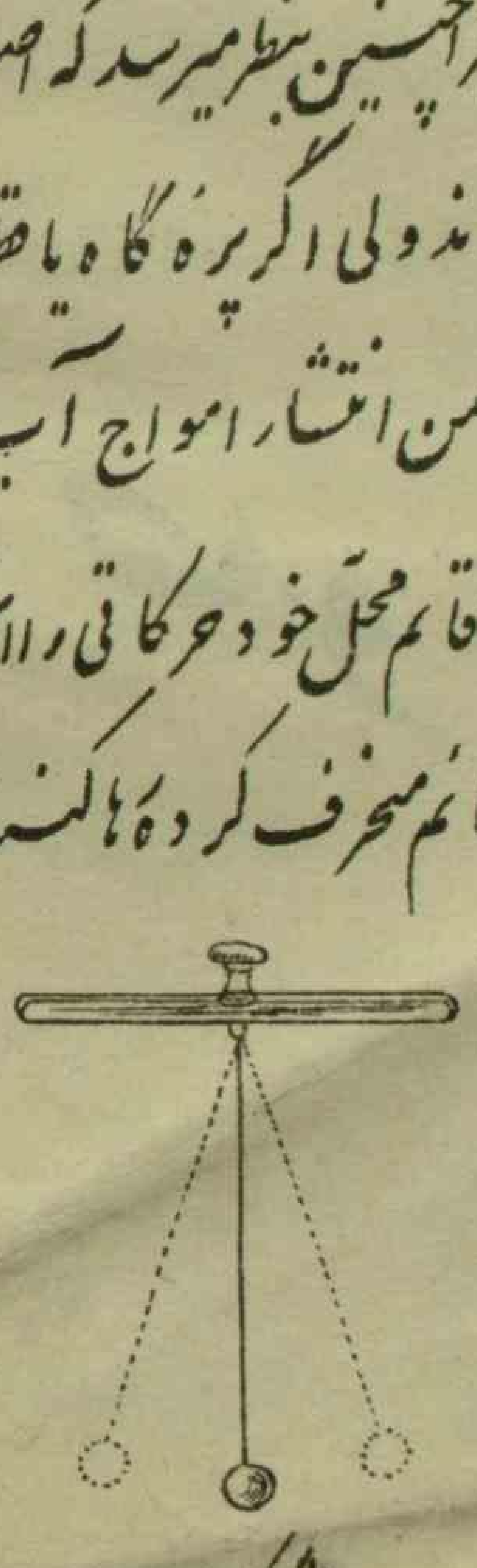
صوت

فصل اول

حقیقت صوت

چون قطعه سنگی را در حوض آبی بیفکنیم بلا فاصله در سطح آب فرورفتگی و برجستگی هائی
بشکل دوایر متحد المرکز که مرکز مشترکشان موضع سقوط سنگ است تولید میشود این
دوایر متوالی فرورفتگی و برجستگی رفته رفته بزرگ شده بکنار حوض میرسند دوباره
بسمت مرکز اصلی خود برمیگردند - ظاهراً چنین بنظر میرسد که اصلاً خود ذرات آب از جا
حرکت کرده از محل سقوط سنگ دور میشوند ولی اگر پره کاه یا قطعه چوب پنبه در سطح
آب باشد از محل خود حرکت نکرده بلکه در ضمن انتشار امواج آب گاهی بالا آمده و
گاهی پائین میرود و باین قسم در روی خط قائم محل خود حرکاتی را انجام میدهد

آونگی (پاندول) را اگر از وضع قائم منحرف کرده رها کنند در اطراف امتداد
اولیه خود حرکاتی شبیه بحرکت فوق الذکر
مجری میدارد. (شکل ۱)
این قبیل حرکات را نوسان یا ارتعاش
گویند.

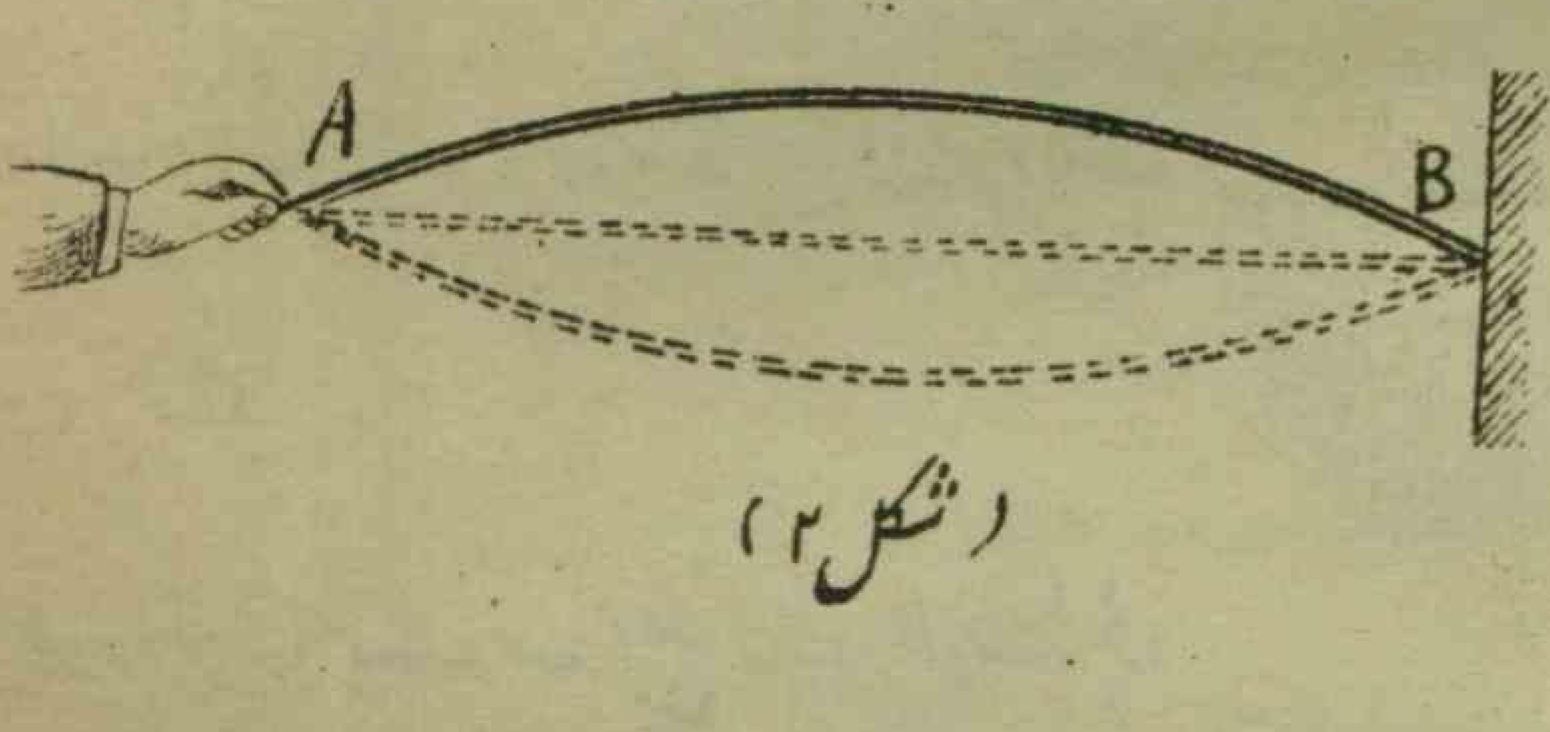


(شکل ۱)

صوت نیز کیفیتی است که بواسطهٔ حرکت نوسانی و ارتعاش اجسام تولید شده ، هوا یا وسیلهٔ دیگری آن را بگوش میرساند

برای اثبات این امر چند تجربه ذیل را می نگاریم :

۱- دو سر مفتول نازکی را در دو نقطهٔ A و B ثابت میکنیم ش۱ حال اگر وسط آن را کمی بطرف پائین یا بالا کشیده رها کنیم دیده میشود که پس از عودت بوضع اولیه خود در آن حال

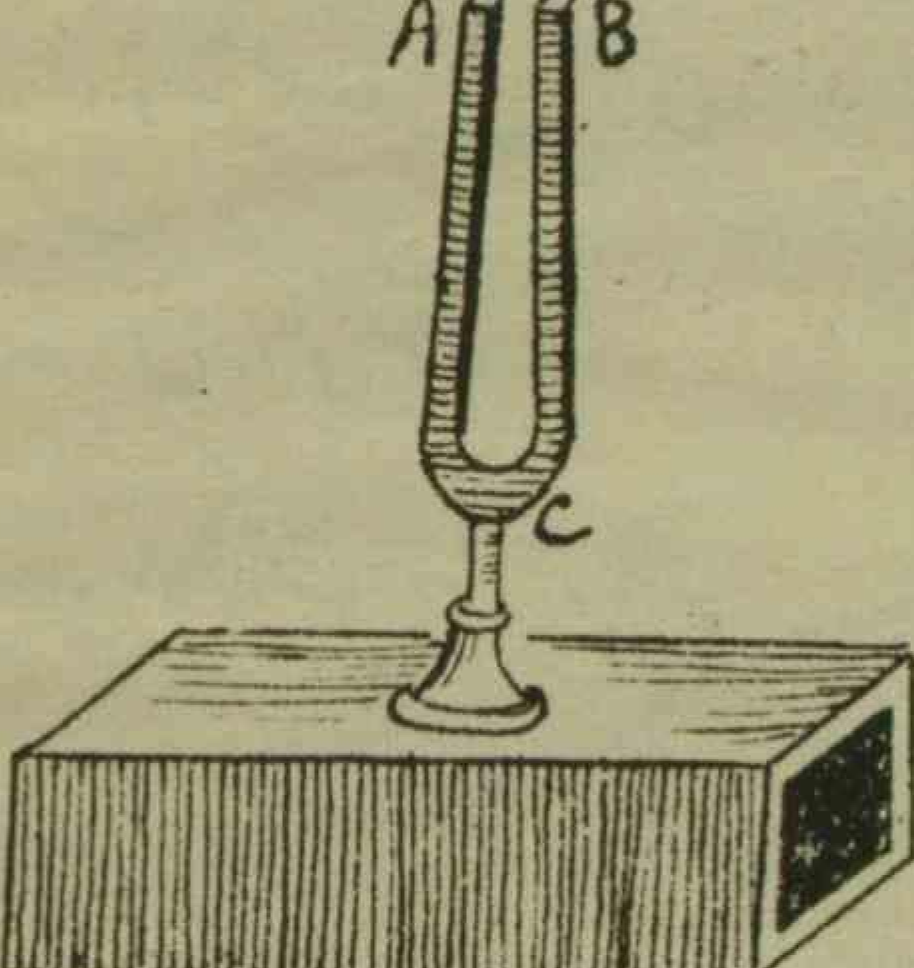


(شکل ۲)

ثابت نمانده بلکه یک سلسله نوساناتی در اطراف آن مینماید که رفته رفته وسعتشان کم شده بصفر میرسد یعنی مفتول ساکن میگردد و بعلاوه در مدت تمامیت نوسان صدائی بگوش میرسد که نتیجهٔ ارتعاش مفتول است و اگر دست روی آن گذارده شود فوراً قطع میگردد زیرا در اینحالت از نوسان مفتول جلوگیری شده است (شکل ۲)

۲- صداسنج (LDiapason) آلتی است مرکب از تیغهٔ

فولادی خمیدهٔ ABC که بر روی پایهٔ محکم شده است س ۳ هرگاه در این آلت
دو سر A و B را بیکدیگر نزدیک کرده رها کنیم باز صدائی شنیده میشود
و هر یک از شاخه های صداسنج حرکاتی شبیه بحرکات مفتول تجربهٔ (۱) مینمایند

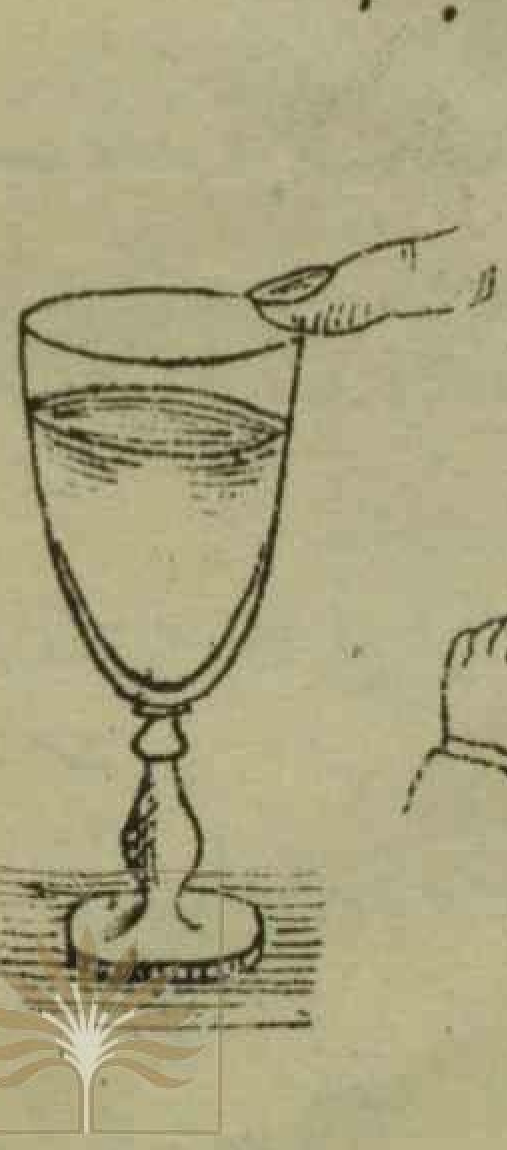


آونگی را بیکی از شاخه های صداسنج نزدیک
می کنیم ارتعاشات آن سبب میشود که گاهی
آونگ از شاخه دور و گاهی بآن نزدیک
میشود س ۴

همینطور اگر شاخهٔ صداسنج را در ظرف آبی

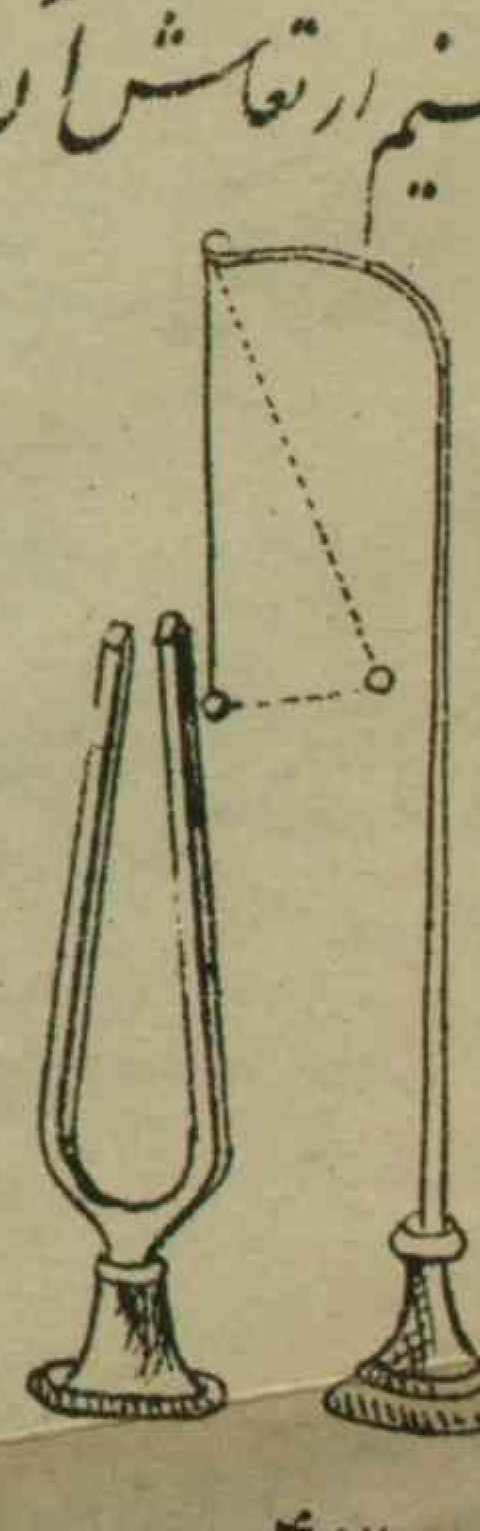
س ۳ س ۵

داخل کنیم ارتعاش آن سبب میشود که قطرات آب بخارج پراکنده شوند





س ۵

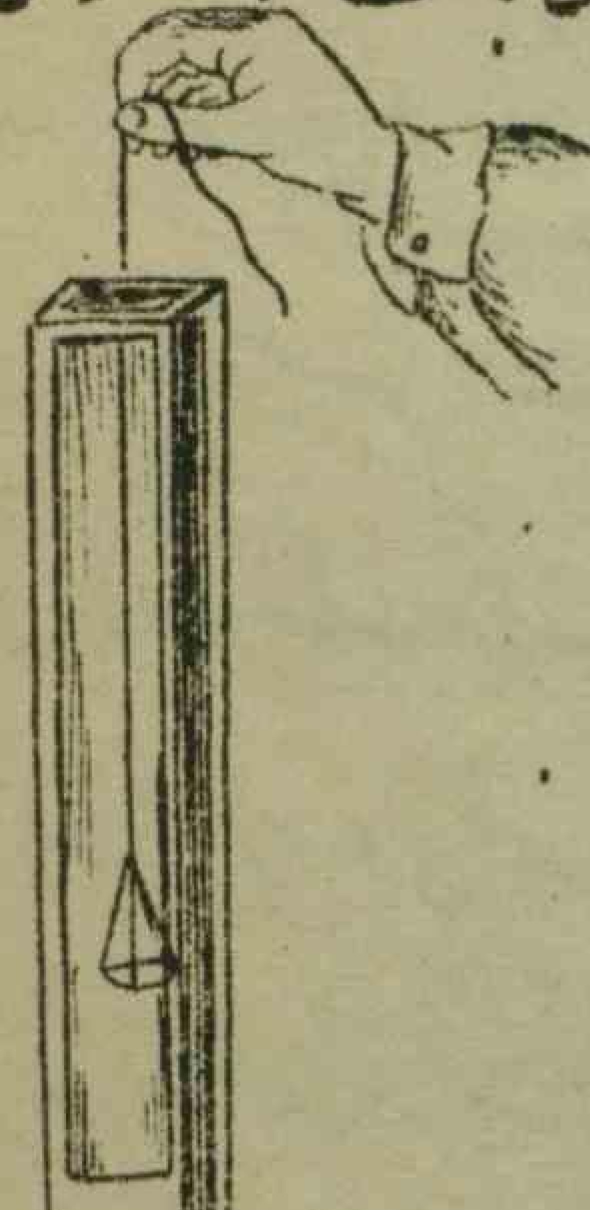


س ۶

س ۴

وهمچنین اگر داخل گیلاسی آب بریزند و با انگشت ضربتی به لبه گیلاس وارد آرند در سطح آب امواجی تولید میشود. ش ۶

۴ - لوله های صوتی لوله هائی هستند بشکل مکعب مستطیل که یکی از سطوح طرفینشان با شیشه ساخته شده است یکسر لوله باز و یکسر آن با آلت مولد صوتی مربوط میباشد



ش ۷

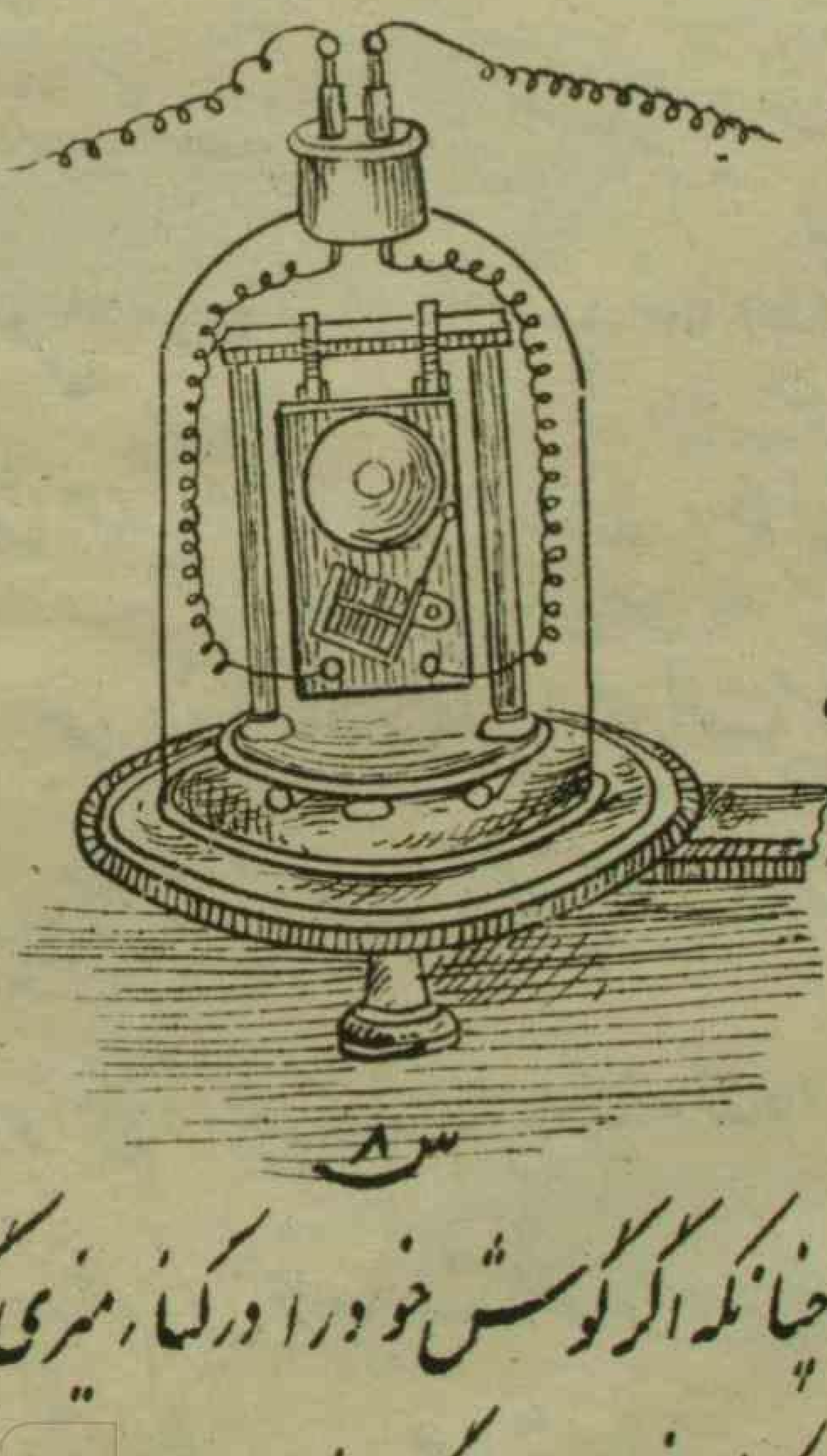
ش ۷ چون در این لوله ها بواسطه نخی غشاء نازکی را که در روی آن شنهای ریزه ریخته اند داخل کنیم همینکه غشاء به بعضی از نقاط لوله رسید شنها در روی غشا جستن کرده و صدا میکنند و حال آنکه در بعضی نقاط دیگر ساکن و بیحرکت میمانند این تجربه نیز ثابت و محقق میدارد که هوای داخل لوله بر اثر تولید صوت دارای حرکت نوسانی است

از تمام این تجربیات معلوم میشود که: **تولید صوت همیشه نتیجه ارتعاش اجسام است**

انتقال صوت

دانستیم که صوت نتیجه حرکت ارتعاشی اجسام است و اینحرکت از جسم مولّد صوت
بذرات هوا یا اجسام مجاور خود منتقل شده بگوش میرسد بنابراین هرگاه
صوت در خلاء تولید شود انتشار پیدا نمیکند چنانکه از تجربه ذیل این مسئله بخوبی
واضح میشود :

در داخل سرپوش بلوری که مربوط بماشین تخلیه هوا است زنگ اخباری را با تخته
هوای آن را تخلیه میکنیم ش ۸ پس از وصل جریان الکتریته از خارج سرپوش
دیده میشود که رقاصک زنگ حرکت
کرده بزنگ میخورد ولی صدائی
بگوش نمیرسد در صورتیکه اگر هوا
داخل سرپوش نمائیم صدای زنگ
شنیده شده و هر قدر هوا بیشتر داخل شود
صدا بهتر مسموع میشود



ش ۸

جامدات نیز صوت را منتقل میکنند چنانکه اگر گوش خود را درکنار میزی گذارده
و با سوزنی کنار دیگر آن را بخراشیم با کمال خوبی صدا بگوش میرسد در صورتیکه اگر
بخواهیم بوسیله هوا صدای سوزن را بشنویم غیر ممکن خواهد بود .

و همچنین اگر گوش خود را در روی خط آهن گذاریم صدای قطار که در فاصله نسبة دوری در حرکت است بخوبی تمیز داده میشود در صورتیکه خود قطار بواسطهٔ بعد مسافت ممکن است بچشم نیاید . از پشت دیواریکه ضخامت آن زیاد نباشد تا اندازهٔ میتوان صدا را شنیده تشخیص داد بنابراین اولاً دیوار نیز ارتعاشات را منتقل میکند . و ثانیاً گوش انسان فوق العاده حساس است که ارتعاشات خیلی ضعیف را میتواند احساس کند

تلفن کوچک نخی کاملاً حساسیت گوش و کوچکی فوق العادهٔ ارتعاشات هوا را که برای شنیدن اصوات لازمند نشان میدهد :

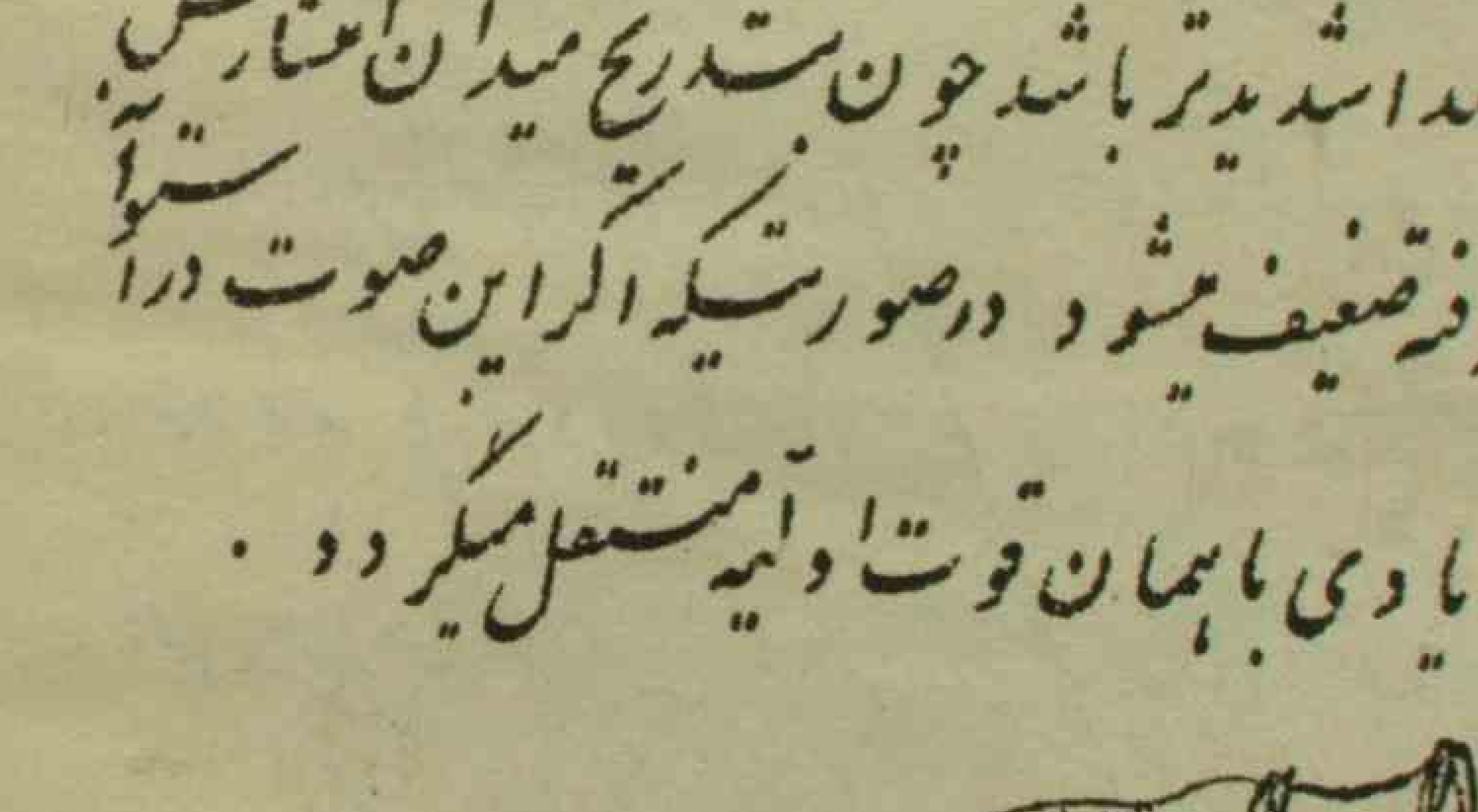
این آلت تشکیل یافته از دو استوانه که از چوب خیلی نازک یا از فلز ساخته شده‌اند یکی از دهانه‌های استوانه را با کاغذ پوستی پوشانده و از آن نخی ابریشمین عبور میدهند (نخ باید مابین دو جعبه بجائی اصطکاک پیدا نکند) .

در صورتیکه جلوی یکی از جعبه‌ها بقسمی حرف بزنند که در حال معمول شنیده نشود جعبهٔ دیگر آنصدا را بگوش میرساند .

بنابراین جامدات نیز صوت را منتقل میکنند و این انتقال در جامدات خیلی بهتر از هوا صورت میگیرد .

مایعات هم ناقل اصوات اند چنانکه غواصها در زیر آب اصواتی را که در ساحل تولید میشود
میشنوند و بهمین جهة است که ماهیگیران خیلی مواظبند در موقع صید صدائی بلند نشود
که باعث فرار ماهیها گردد

طرز انتشار صوت — همانطور که در ابتدای این فصل مذکور افتاد حدوث
صوت نتیجه ارتعاش اجسام است بنابراین مثل امواج سطح آب در امواج هوا
نیز تغییر ذرات هوا از محلی بمحل دیگر صورت نمیگیرد بلکه محل تولید صوت مرکز نوسانی
میشود که بتدریج بطبقات مجاور منتقل شده از آنجا بطبقات دورتر رسیده بالاخره بگوش
میرسند و معلوم است هر چه هم که صدا شدیدتر باشد چون بتدریج میدان انتشارش
وسیع میگردد بنابراین رفته رفته ضعیف میشود درصورتیکه اگر این صوت در استوانه
منتشر شود تا فاصله خیلی زیادی با همان قوت اولیه منتقل میگردد .



س ۹

لوله های ناقل صوت که بین
اطاقهای مختلفه عمارات
بکار میبرند س ۹ از روی
همین خاصیت ساخته شده
اند

اگر در دو سر لوله کائوچوئی که چند متر طول و یک سانتیمتر قطر داشته باشد دو قیف گذارند و شخصی در یکی از قیفها حرف بزند دیگری از قیف دیگر با سانی صدا را میشنود

سرعت صوت

انتشار صوت فوری نیست مشاهدات ذیل این اصل را ثابت میکنند :

۱- هنگامیکه شکارچی از دور تیر را خالی میکند ابتدا برقی دیده شده و پس از لحظهٔ صدای تیر بگوش میرسد .

۲- وقتیکه ماشین سوت میزند شخصی اگر بحد کافی دور باشد ابتدا خروج بخار و بعد از آن صدای ماشین را میشنود .

۳- اگر از دور فوج قشونی را که در حال حرکتند مشاهده کنیم بنظر میرسد که گام برداشتن آنها غلط و مطابق با ضربان طبل و صدای موزیک نمیباشد در صورتیکه اینطور نیست .

۴- رعد و برق در آن واحد تولید میشوند ولی ابتدا برق دیده شده و پس از مدتی رعد شنیده میشود .

در تمام این مشاهدات صدا و نور هر دو در آن واحد تولید میشوند منتهی سرعت

نور خیلی زیاد و سرعت صوت کمتر است بنابراین آثار نورانی زودتر محسوس میشود تا امواج صوتی .

مقدار مسافتی را که صوت در یک ثانیه میپیماید سرعت صوت گویند .

برای تعیین سرعت صوت در هوا مابین دو محل A و B که فاصله معینی دارند (دو تا سه فرسخ) در شبی که هوا صاف و آرام باشد بطریق ذیل عمل میکنند :

در محل A توپی را آتش داده و شخص ناظر در محل B با ساعت ثانیه شمار دقیقی موقع رؤیت برق و پس از آن شنیدن صدای توپ را یادداشت مینماید چون سرعت نور تقریباً فوری است پس میتوان مدت زمانی را که صدای توپ بعد از رؤیت برق شنیده میشود (چند ثانیه) آن مدتی دانست که صوت فاصله از A به B را می پیموده است

باین ترتیب فاصله بین دو نقطه و مدتیکه صوت این فاصله را پیموده در دست میباشند خارج قسمت اند و سرعت صوت را معین مینماید که در هر ثانیه ۳۴۱ متر است جریان و فشار هوا ها درجه حرارت نیز در سرعت صوت تاثیر دارند بامعنی که در هوای گرم سرعت آن زیاد شده و در هوای سرد از سرعت کاسته میشود .

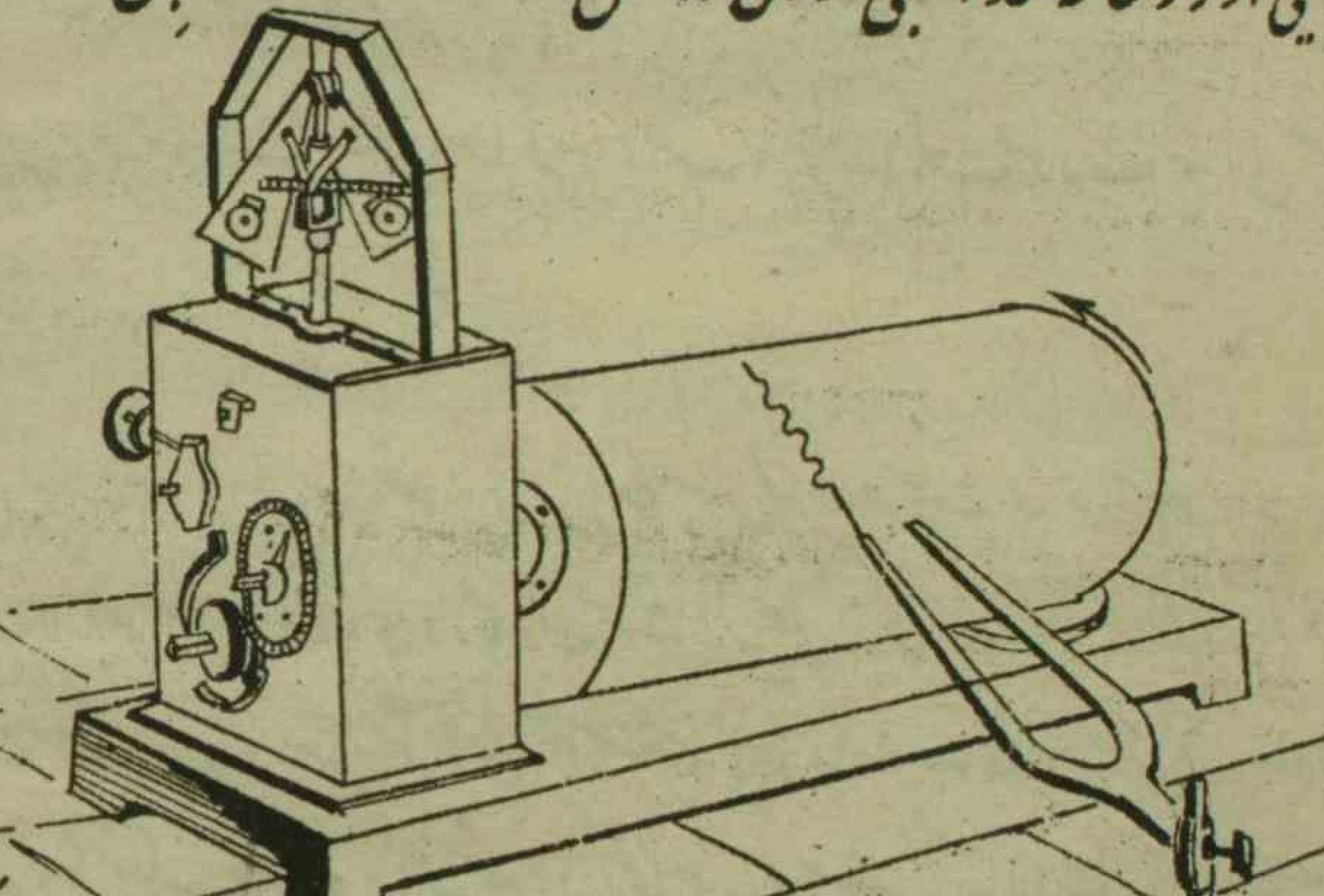
این تجربه در نزدیکی پاریس در سال ۱۸۲۲ بتوسط دو نفر از علمای بزرگ فیزیک آراگو Arago و گیلوساک Gay Lussac مابین دو نقطه که ۱۸۶۱۳ متر فاصله داشته بعمل آمده صدای تیر ۵۴٫۶ ثانیه پس از رویت برق شنیده شده است بنابراین سرعت سیر صوت در هر ثانیه $۳۴۱ = \frac{۱۸۶۱۳}{۵۴٫۶}$ میباشد. حرارت هوا در این تجربه °۱۶ بوده در صورتیکه در صفر درجه معمولاً سرعت صوت را °۳۳۰ متر حساب میکنند.

سرعت صوت در آب — برای تعیین سرعت صوت در آب تجربه ذیل را در دریاچه ژنو سویس مجری داشته اند:

در نقطه A میان آب زنگ بزرگی را که متصل بپایه کشتی در آب غوطه ور است با چکش بصدا درمیآورند و در حین برخورد چکش بزنگ نیز مقداری باروت آتش میزنند کشتی دیگری که در نقطه دور B ایستاده از روی برق باروت هنگام تشکیل صوت را میفهمد صدا که در آب منتشر شد پس از مدتی بکشتی B رسیده بوسیله گوشی مخصوص آن را میشنوند از روی مسافت مابین دو کشتی و فاصله مابین رویت نور و شنیدن صوت که در دست است سرعت صوت در آب معین میگردد و آن مساوی ۱۴۳۵ متر در ثانیه میباشد.

ساخته حس سامعه ادراک میکند . و بدیهی است که هر قدر عده ارتعاشات و وسعت میدان
نوسان امواج مزبور کم و زیاد شود اصوات نیز تغییر میکنند بنابراین لازمست که برای تعیین
اصوات مختلفه عده ارتعاشات شان را معلوم داشت و برای این مقصود بوسائل ترسیمی
ذیل عمل مینمایند :

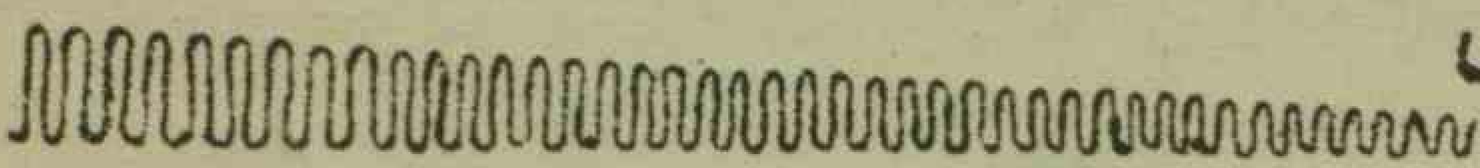
بنوک یکی از دو شاخه صداسنجی سوزنی را متصل کرده و آلت را در مقابل استوانه که سطح



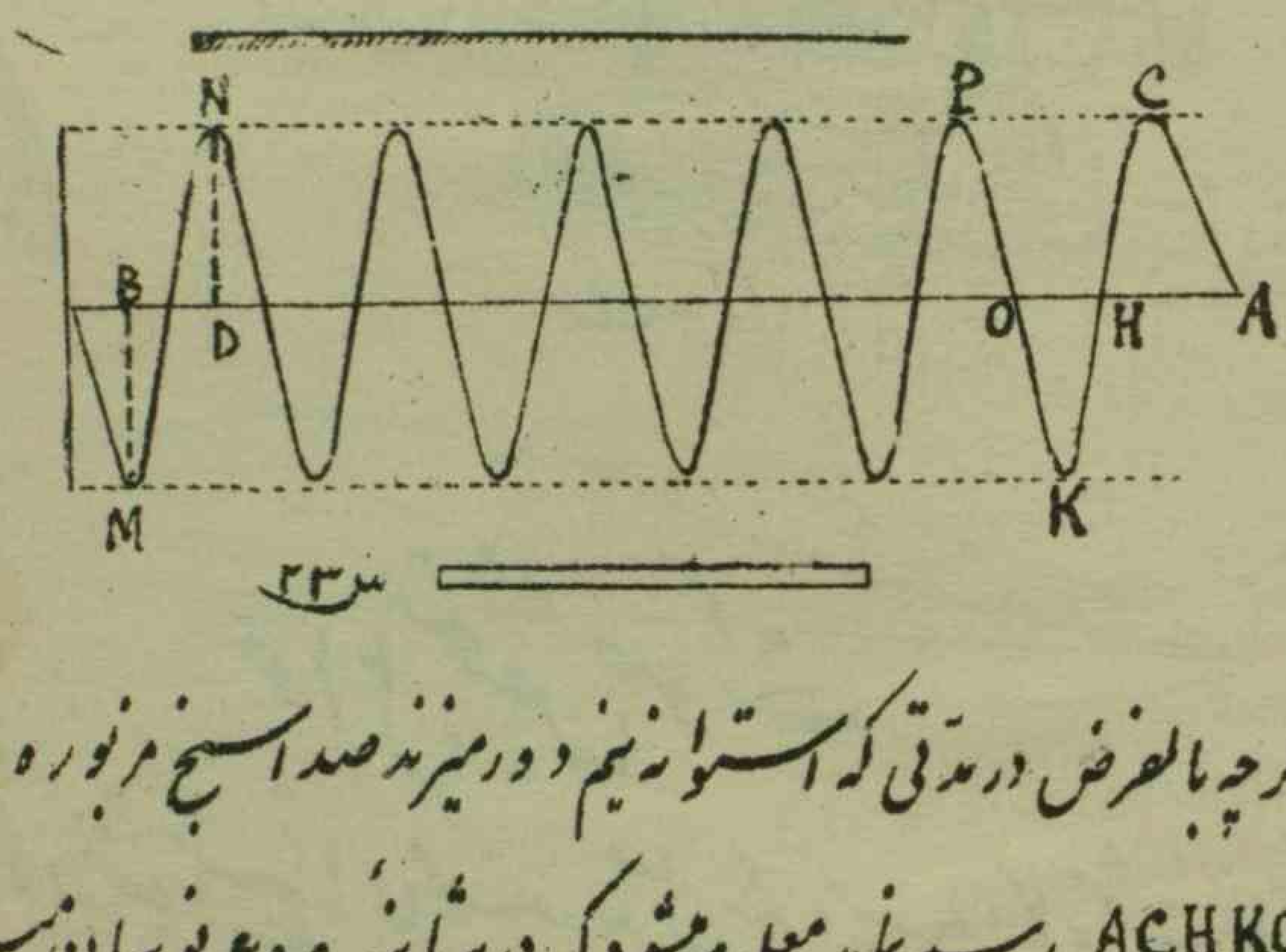
ش ۱۱

بدنه آن از کاغذ دود خورده مستور باشد مرتعش میاریم و آن را طوری نگاه میداریم که نوک
باریک سوزن با صفحه مماس شود . استوانه مزبور با حرکت منظم و مشخصی (مثلاً در هر ثانیه یکدور)
در حول محور خود میچرخد ش ۱۱ در ضمن حرکت استوانه و ارتعاش صداسنج منحنی دندانه داری
ترسیم میشود که پس از بسط استوانه بشکل (۱۲) بنظر میاید . تمام این منحنی مرکب از قطعاتی است
شبیه به ACHKOP که به توالی یکدیگر در آمده و هر کدام یک نوسان را نمایش میدهند ش ۱۳

ارتفاعات MB و DN س ۱۳ متناسب با وسعت میدان نوسان میباشد یعنی هرچه بیشتر
شاخه های صدا اسنج در حین ارتعاش نسبت بیکدیگر دور و یا نزدیک شوند طول این ارتفاعات
نیز بیشتر میشود و یا بالعکس



س ۱۲

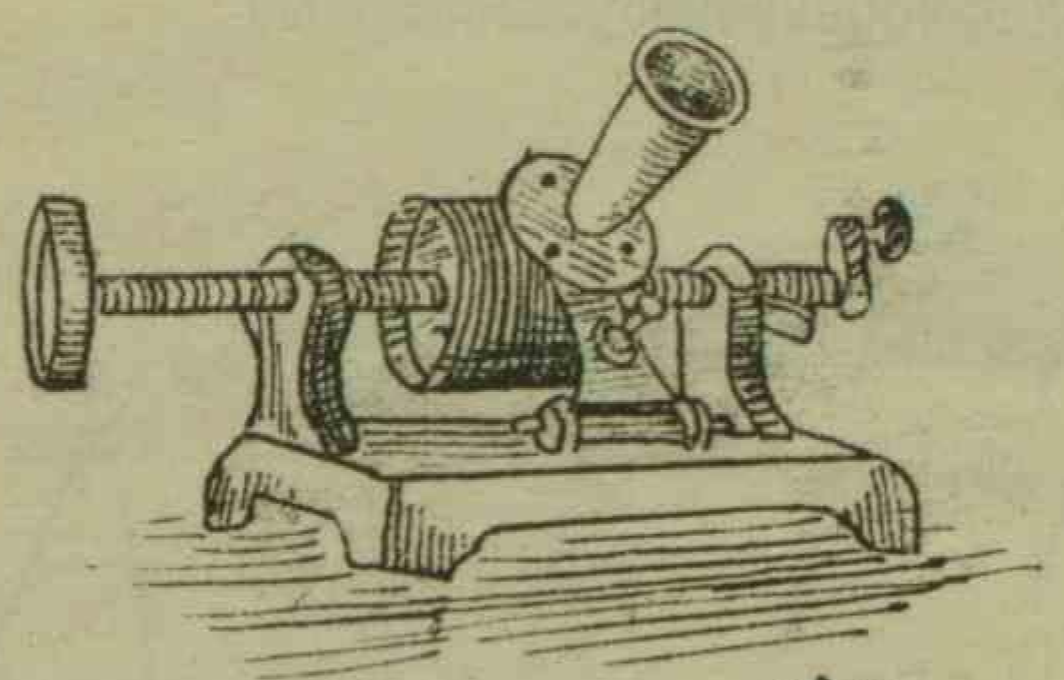


س ۲۳

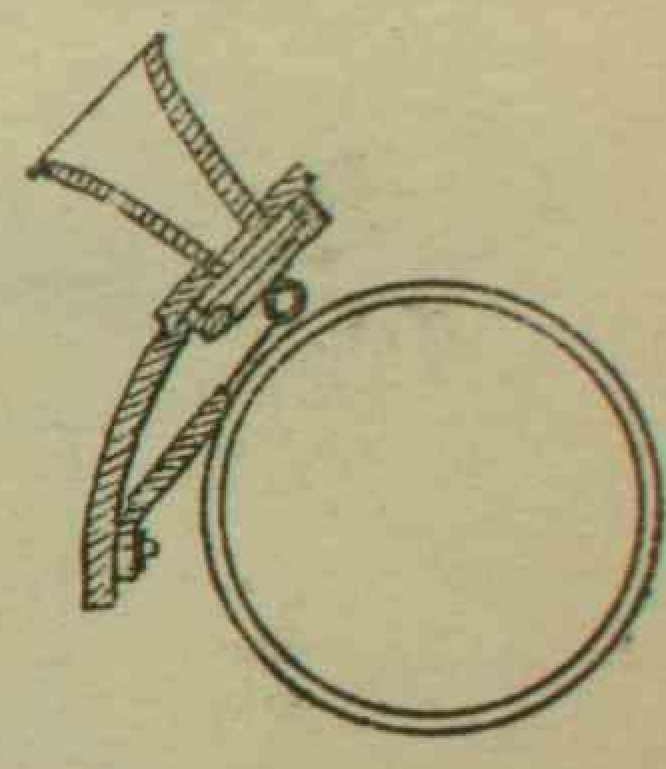
اگرچه بالفرض در مدتی که استوانه نیم دور میزند صدا اسنج مزبور ۳۰۰ قطعه مشابه
ACHKOP رسم نماید معلوم میشود که در هر ثانیه ۶۰۰ نوسان مینماید (برای تجربه
صدای انسان و آلات موسیقی الآت دیگری بکار میرود که شرح آن مفصلاً در
سالهای بعد مذکور خواهد شد).

در آلات جبس صوت (فونوگراف Phonographe وگراموفون
Gramophone نیز قوت وضعف صوت و عده ارتعاشات و نوسان
اصوات بوسایلی در روی استوانه که از یک ورقه قلع پوشیده شده باشد

(فنگراف) و یا در روی صفحه از رزین سختی (گراموفون) که در حال حرکتند اثر
نموده تولید فرورفتگی و برجستگیهائی میکنند که اگر دوباره نوک سوزنی در همان شیارها
سیر نماید صدائی کاملاً شبیه به صدای اولی پس میدهد. (شکل ۱۴)

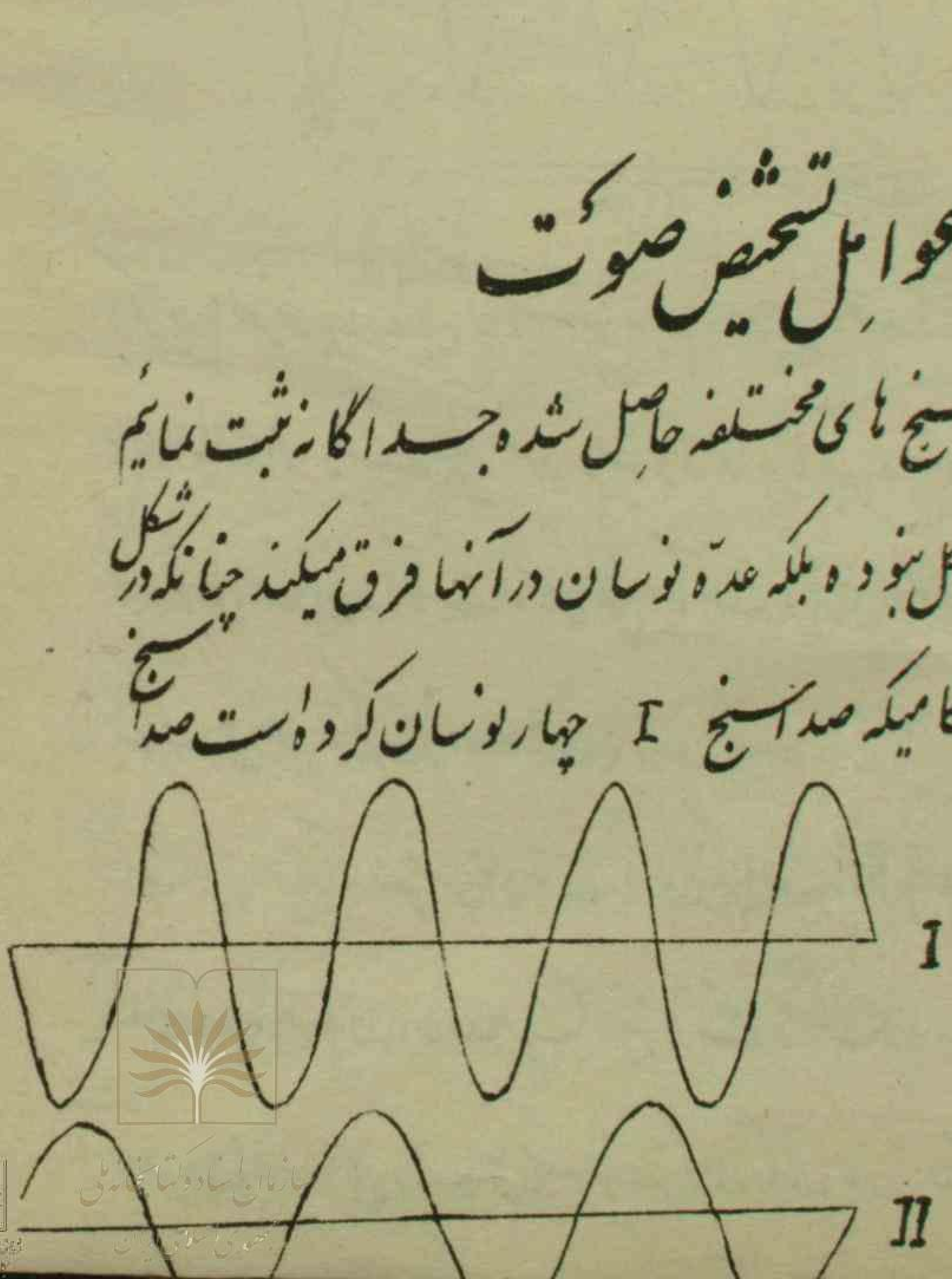


ش ۱۳



عوامل تشخیص صوت

اگر اصواتی را که از صداسنج های مختلفه حاصل شده جداگانه ثبت نمائیم
خواهیم دید که همه بیک شکل نبوده بلکه عدهٔ نوسان در آنها فرق میکند چنانکه در شکل
(۱۵) مشاهده میشود هنگامیکه صداسنج I چهار نوسان کرده است صداسنج

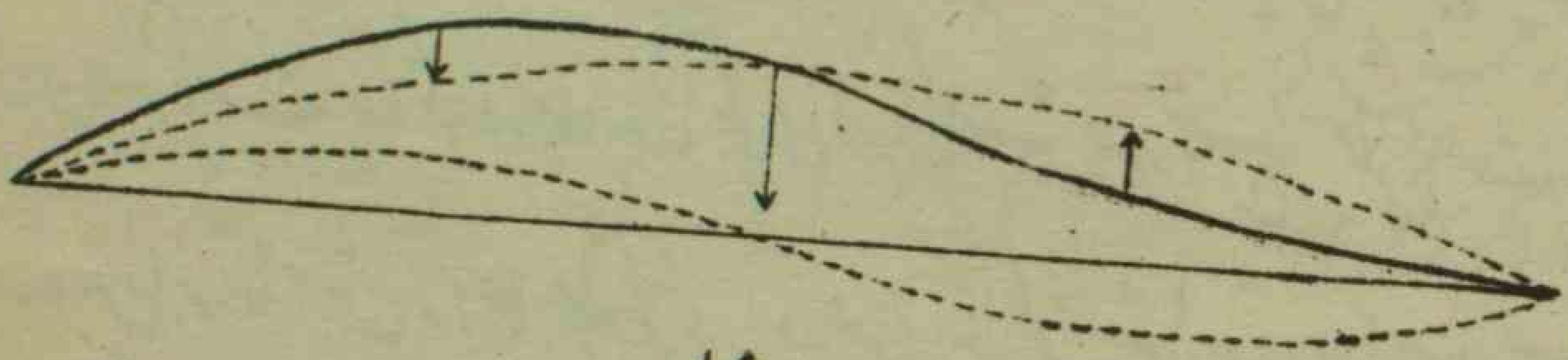


(II) سه نوسان I
انجام داده است و
همینطور وسعت میدان II

اولی یک برابر و نیم دومی میباشد

علاوه بر این اگر اصواتی را که از ارتعاش تار ممتد (صفحه ۵) حاصل میشوند رسم نمائیم منحنی اصلاً بسادگی منحنی صدا سنج نبوده شکل برآمده و فرو رفته (شکل ۱۶) بخود میگیرد.

عده نوسانات در ثانیه وسعت میدان نوسان، و طرز ارتعاش سه عامل اصلی تمیز اصوات از یکدیگر میباشند.



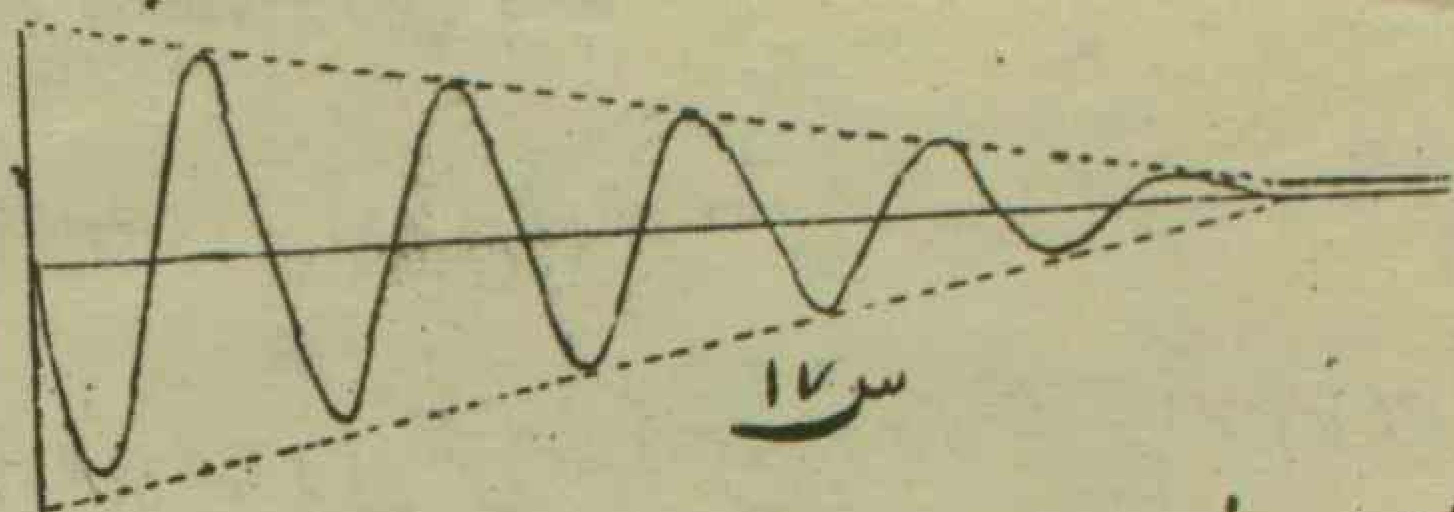
ش ۱۶

۱- شدت صوت Intensité

اگر در منحنی نمایش صدا سنجی دقت کنیم دیده میشود که هرچه از نقطه مبداء (ابتدای تشکیل صوت) دورتر شویم شکل منحنی بخط مستقیم نزدیکتر شده و بعبارهٔ اخری از وسعت میدان نوسان آن کاسته میشود (شکل ۱۷)

سابقاً نیز اشاره کردیم که هرچه نوسان تار ممتد (صفحه ۵) بتمام شدن نزدیکتر میشود

صوت ضعیفتر میگردد زیرا وسعت ارتعاشات رفته رفته کوچک شده تا بالاخره بصفر میرسند



ش ۱۷

بنابراین شدت وضعف صوت مربوط بوسعت میدان نوسان میباشد .

(چنانکه هرچه بیشتر دو شاخه صدا اسنج از یکدیگر دور شوند صدای حاصله شدیدتر میباشد) .

این مسئله را نیز باید دانست که هر وقت صدا شنیده نشود دلیل بر این نیست که وسعت نوسان صفر است چنانکه در لحظات آخری ارتعاش صدا اسنج ممکن است با چشم یا با ذره بین ارتعاش را ملاحظه کرد درصورتیکه گوش ابداً احساس صوتی نمیکند

بنابراین گوش انسان تا حد معینی نسبت بشدت صوت حساس میباشد و از روی تجربه های بسیار دقیق ثابت شده است که با گوش ممکن است ارتعاشاتیرا که وسعت نوسانشان $\frac{1}{10000}$ میکرن (میکرن مساویست با $\frac{1}{1000}$ میلیمتر) میباشد درک کرد و از همین جا حد وقت ساختمان گوش معین میشود .

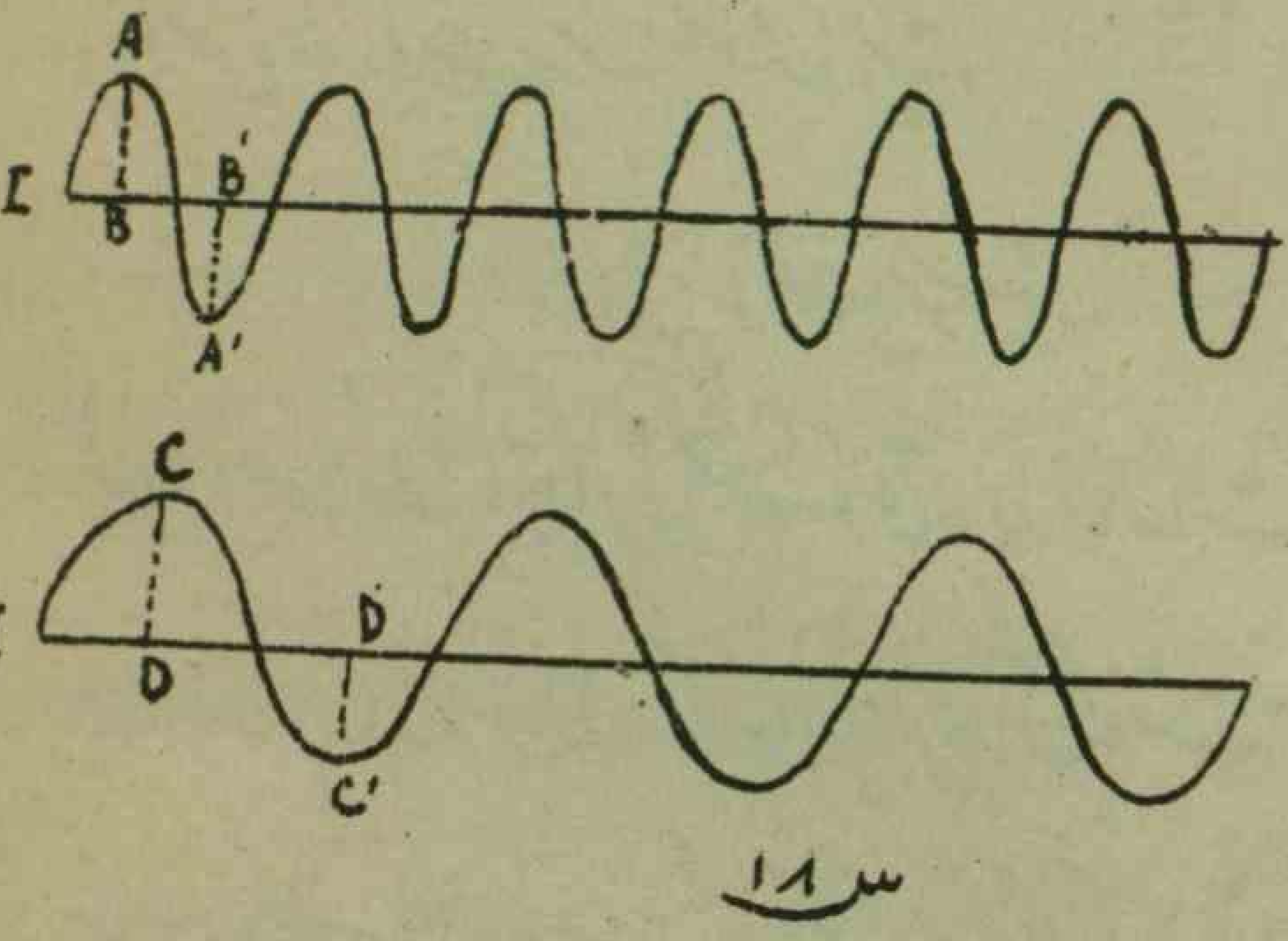
شدت صوت برحسب فاصله شخص تا مرکز صوت (لوله های ناقل صوت صفحه ۱۵) وکم و زیادی فشار هوا نیز تغییر میکند چنانکه در تجربه (صفحه ۸) هرچه بیشتر هوای داخلی

مهر پوش تخلیه شود صدا ضعیف تر شده تا اینکه بالاخره پس از تخلیه کامل ابداً صدائی بگوش نخواهد رسید.

۲- ارتفاع صوت Hauteur

(شکل ۱۸)

عده ارتعاشات در ثانیه را ارتفاع صوت مینامند و ملاحظه دو تصویر ظاهر میسازد که ارتفاع ابداً مربوط بشدت صوت نمیباشد چنانکه دو تصویر مزبور که از ارتعاش دو صدا بدست آمده اند شدتشان مساوی $AB = CD = A'B' = C'D'$



شکل ۱۸

ولی ارتفاع یکی دو برابر دیگری میباشد زیرا که اولی در یک ثانیه شش ارتعاش کرده و دومی بیش از سه ارتعاش ننموده است.

هر دو صوتی که دارای یک ارتفاع باشند هم آهنگ خوانده میشوند à l'unisson و اگر ارتفاع یکی دو برابر ارتفاع دیگری باشد آنرا Octave نامند.

اصواتی را که ارتعاشان زیاد باشد زیر aigu و آنهائی که ارتعاشان کم است بم مینامند Grave ارتعاشاتیکه گوش انسان نسبت به آنها حساس است محصور مابین ۱۶ و ۳۸۰۰۰ میباشند یعنی اصواتیکه عده ارتعاشان در ثانیه کمتر از ۱۶ و یا زیادتر از ۳۸۰۰۰ باشد شنیده نخواهند شد .

تنبیه - شخصی که در بیابان ایستاده و صفیر ماشین را از دور میشنود هرچه ماشین با و نزدیکتر شود صفیر زیرتر میگردد و پس از رسیدن شخص بمنتهای زیری رسیده و بمحض دور شدن رفته رفته بم میگردد علت این مسئله دخالت سرعت حرکت ماشین است بصوت چه هرچه ماشین نزدیکتر میشود اصوات زودتر بگوش رسیده عده ارتعاشات زیادتر مسموع شده و بهمین جهة صدا زیر شنیده میشود .

فواصل موسیقی

ارتفاع اصوات و یا بعبارة اخری عده ارتعاشات هر صوتی را بوسیلهٔ ضدا سنج Diapason که سابقاً شرح آن گذشت تعیین میکنند . - نسبت مابین ارتفاع دو صوت را فاصله آنها مینامند مثلاً اگر ارتفاع صوتی ۳۰۰ و ارتفاع صوت دیگر ۴۸۰ باشد فاصلهٔ آنها $\frac{۳۰۰}{۴۸۰} = \frac{۵}{۸}$ میباشد

و بتجربه ثابت شده است اصواتیکه فاصلهٔ شان از $\frac{۸۱}{۸۰}$ کوچکتر باشد گوش آنها را هم آهنگ شنیده بعبارة اخری ارتعاشان یکی تصور میشود .

در موسیقی تمام فواصل مورد استعمال ندارند بلکه فواصلی را که مطبوع هستند

جمع آوری کرده باسم گام Gamme نامیده اند.

هرگامی از هشت صدا یا نوت Note (پرده) تشکیل شده که هریک اسم مخصوصی دارند و اگر ارتفاع اولی را یک فرض کنیم نسبت هریک از نوت های بعد با آن بقرار ذیل خواهد بود :

اوت	رِ	می	فا	سُل	لا	سی	اوت
Ut	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Ut
۱	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	۲

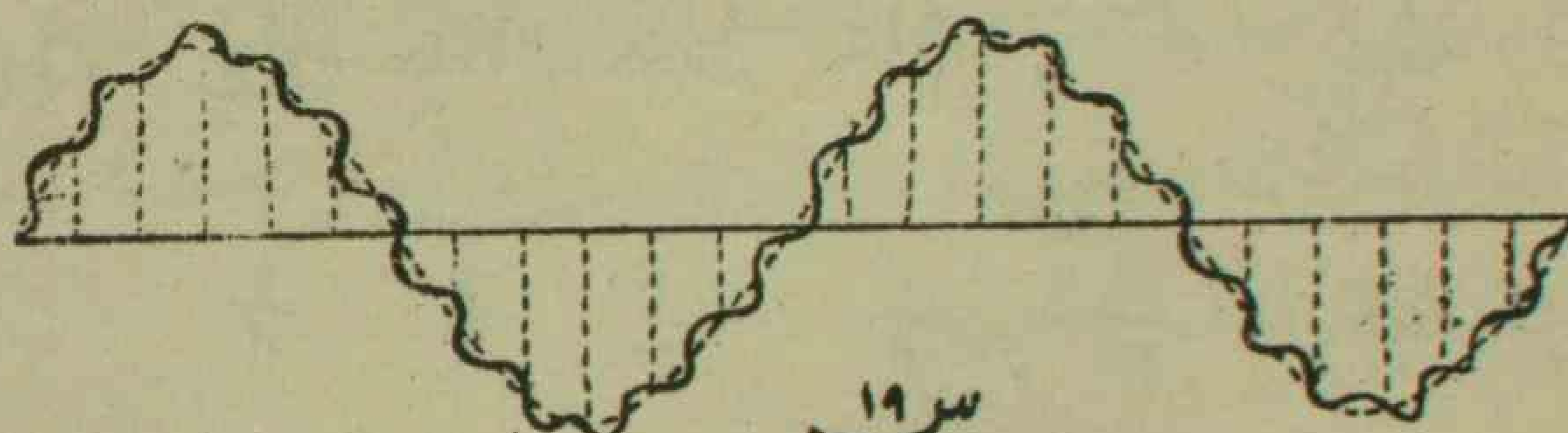
اوت دوم را ضعف اوت اول یا Octave خوانند و از اوت دوم ممکن است باز نوتهای دیگری تشکیل شود که فواصل هریک نسبت بمبداء گام دوم (اوت ۲) همان فواصل نوت های گام اول (اوت ۱) است منتهی هر نوتی در گام بالاتر ضعف نوت گام ماقبل خود میباشد مثلاً سی ۲ (سی در گام ۲) دو برابر سی میباشد و قس علیهذا .

چیزیکه در گامها قابل اهمیت است فقط فواصل است و بس و ارتفاع صوت اولی دخالتی ندارد معذلک بطور قرار دادی مبداء را لا ۳ که ارتفاع آن ۴۳۵ است معین کرده سایر نتها را نسبت بآن میسنجند .

طنین صوت Timbre

تصویری که از صدا اسیح بدست میاید بشکل یک منحنی ساده است درصورتیکه
اگر تصویر آلات موسیقی را تهیه کنند اغلب ساده نبوده و مطابق (شکل ۱۹)
دارای برجستگی و فرورفتگی هائی میباشند

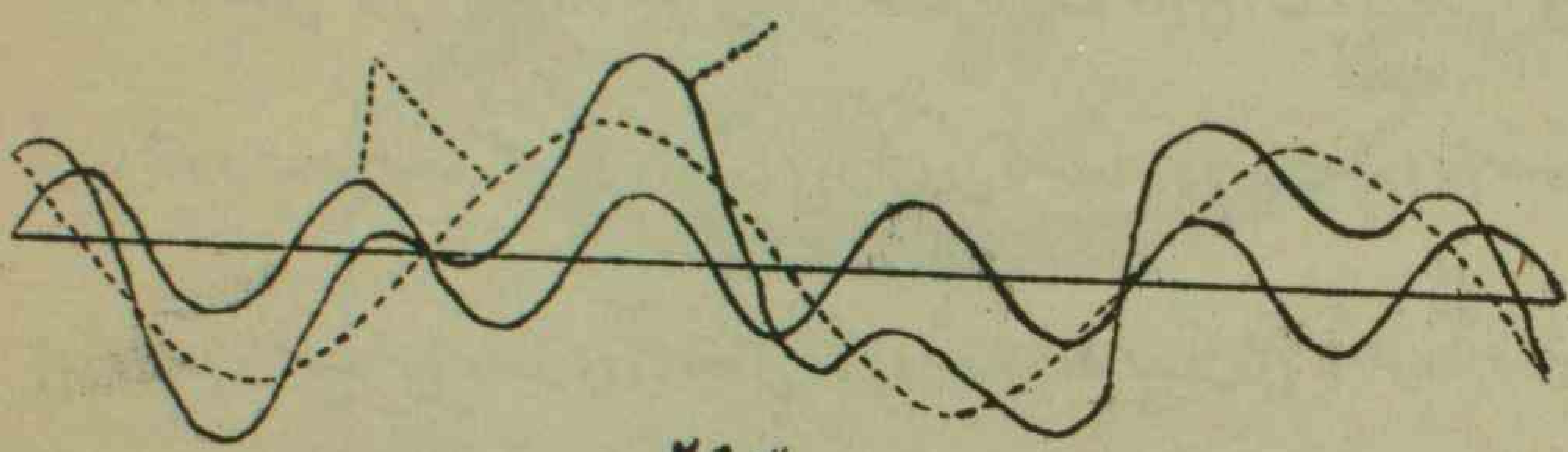
صوت
حاصله
صدا اسیح
را صوت
بسیط و صوت



س ۱۹

آلات موسیقی را صوت مرکب گویند بامعنی که میتوان آنها را بیکعده اصوات ساده
تری که از مجموع آنها بصوت اصلی تشکیل شده است تجزیه نمود و این اصوات بسیطه
را اصوات فرعیه یا Harmonique نامند و طرز ترکیب اصوات فرعیه با
صوت اصلی طنین صدا را تشخیص میدهند بطوریکه دو صوت ممکن است دارای شدت
و ارتفاع واحد باشند معذلک از یکدیگر تشخیص داده شوند و بهمین جهة است که
مابین یکدسته که بایکدیگر مشغول خواندن بوده شدت و ارتفاع اصواتشان مساوی

است بازمیتوان صدای اشخاص را تمیز داد و سبب این تشخیص همان طنین صوت میباشد .



ش ۲۵

مسائل

۱ – صدای رعدی ۳ ثانیه پس از رؤیت برق شنیده میشود تعیین کنید محل تولید رعد را .

۲ – عمله در هر شش ثانیه یک ضربه کلنگ را بر زمین میزند – در چه فاصله شخص بایستد تا زمین خوردن کلنگ اول را پس از آنکه عمله کاملاً کلنگ را بلند کرده است بشنود ؟ در چه فاصله بایستد که در حین ضربه دوم صدای اولی را بشنود ؟

۳- فاصله شخصی با ماشین الکتریکی ۱۰۰۰ متر و ماشین در ابتدای هر ثانیه یک جرقه میزند و در همان حین شخص بطرف ماشین حرکت میکند تعیین کنید سرعت حرکت این شخص را بقسمی که جرقه را $\frac{1}{4}$ ثانیه پس از حدوث آن بتواند مشاهده کند

۴- لوله چدنی بطول ۸۴۰۰ متر مفروض است در یک انتهای آن بواسطه چکشی با آن وارد میشود تعیین کنید شخصی که در انتهای دیگر آن ایستاده است صدای منتقله بواسطه هوا را چند ثانیه پس از صدای انتقال داده شده بواسطه چدن می شنود در صورتیکه سرعت صوت در هوا ۳۴۰ و در آهن ۴۲۰۰ متر در ثانیه است

۵- شخصی بفاصله ۱۸۶،۱۲ متر از توپی قرار گرفته در موقعی از روشنائی خالی شدن توپ را می بیند ساعت خود را نگاه میکند - تعیین کنید پس از چند ثانیه صدای توپ را خواهد شنید در صورتیکه ساعتش تا $\frac{1}{5}$ ثانیه را تعیین نماید

۶- در صورتیکه پرده   دارای ۴۳۵ ارتعاش باشد تعیین کنید عده ارتعاشات سایر پرده های دیگر را

مبحث دوّم

نور

فصل اوّل
نور

علمای فیزیک درخصوص حقیقهٔ نور چنین فرض میکنند که نوز از ارتعاشات سریعی بوجود میآید که باسرعت متحد الشکلی در تمام جهات منتشر شده و منبع نور و ابی مرکز انتشار آنها میباشد و ما در این مختصر از تفصیل آن صرف نظر کرده شرح مبسوط آن را بسالهای بعد محوّل میداریم.

وسیلهٔ رؤیت اجسام نوراست — اشیائیکه در اطاق تاریکی واقع باشند بهیچوجه دیده نخواهند شد ولی همینکه کبریتی برافروخته شود یا منفذی بفضای روشن خارج پیدا آید تابش اشعهٔ نورانی وسیلهٔ رویت شده آنها را مرئی میسازد:

خورشید، ستارگان، شعله چراغ یا غیر آن و بطور کلّی اجسامی که بنفسه روشن بوده و از خود نور دارند باجسام نورانی یا جسم **منیر** موسوم گشته و آنها را منبع نور میخوانند.

اجسامی را که دارای این خاصیت نبوده و برای دیدن آنها روشنائی آفتاب یا نور چراغ لازم است اجسام **مستنیره** خوانند و این دسته اجسام تا در

روشنائی قرار گیرند هرگز مرئی نخواهند شد . اجسام مستنیره را میتوان بچند دسته تقسیم نمود :

۱- **اجسام شفاف** - از قبیل هوا ، شیشه ، آب که نور از آنها عبور کرده و حاجب ماوراء نیستند یعنی اجسامی که در عقب آنها قرار گرفته باشند بخوبی مرئی شده و تمیز داده میشوند . چنانکه از ماوراء قشر ضخیم هوائی که زمین را احاطه کرده است نور ستارگان عبور میکند و دورنمای امکنه مختلفه بنظر میرسد - از پشت شیشه پنجره درون اطاق و یا فضای خارج مرئی میشود و همچنین ریگهائی که در بستر جوی آبی واقعند دیده میشوند .

۲- **اجسام نیم شفاف** - اشعه نور از آنها عبور میکند ولی اشیائی را که در عقب آنها واقع باشند نمیتوان بطور وضوح تشخیص داد مثلاً از پشت قطعه شیشه که صیقلی نشده باشد جزئیات اشیاء تمیز داده نشده و فقط شبح آنها بنظر میرسد حباب چراغ ورقه نازکی از چینی ، کاغذ آلوده بروغن را از این دسته باید دانست .

۳- **اجسام کدر** - عبور نور از آنها غیر ممکن و بایجهة رویت اجسام از ماوراء آنها امکان ندارد مانند چوب و آهن و سنگ و غیره ولی اگر با وراق نازکی

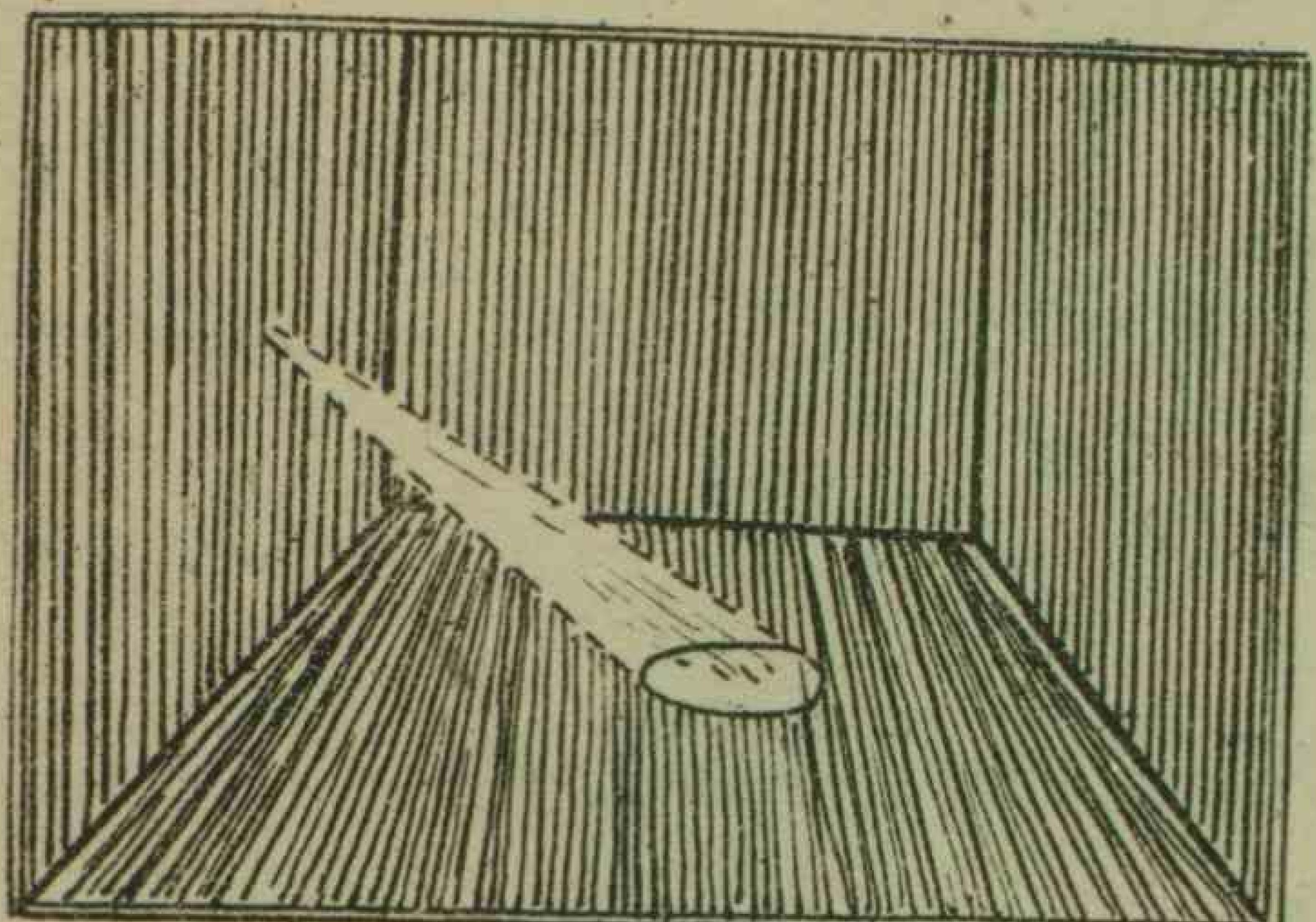
تبدیل شوند نیم شفاف بنظر میرسند .

انتشار نور

شعاع آفتاب که از نقبهٔ کوچکی داخل اطاق تاریکی شود و نه تنها بچشم ناظری که در معرض تابش آن قرار گرفته است مرئی خواهد بود بلکه مشاهده شعاع مزبور برای کسانی هم که در نقاط مختلفه اطاق هستند بخوبی ممکن است

ذرات بی نهایت کوچک غبار که در فضای اطاق پراکنده و در مسیر نور آفتاب واقعند بشدت روشن شده و روشنائی خود را باطراف منتشر میسازند و همچنین اشیاء اطاق اشعهٔ نورانی را که بر سطحشان میتابد در تمام جهات منعکس نموده بدینجهة روشن بنظر میرسند . درصورتیکه اگر انتشار مزبور در اجسام صورت نمیگرفت اجسام کدر همیشه غیر مرئی بوده و تنها منابع نور و سرچشمه های روشنائی میبایست دیده شوند .

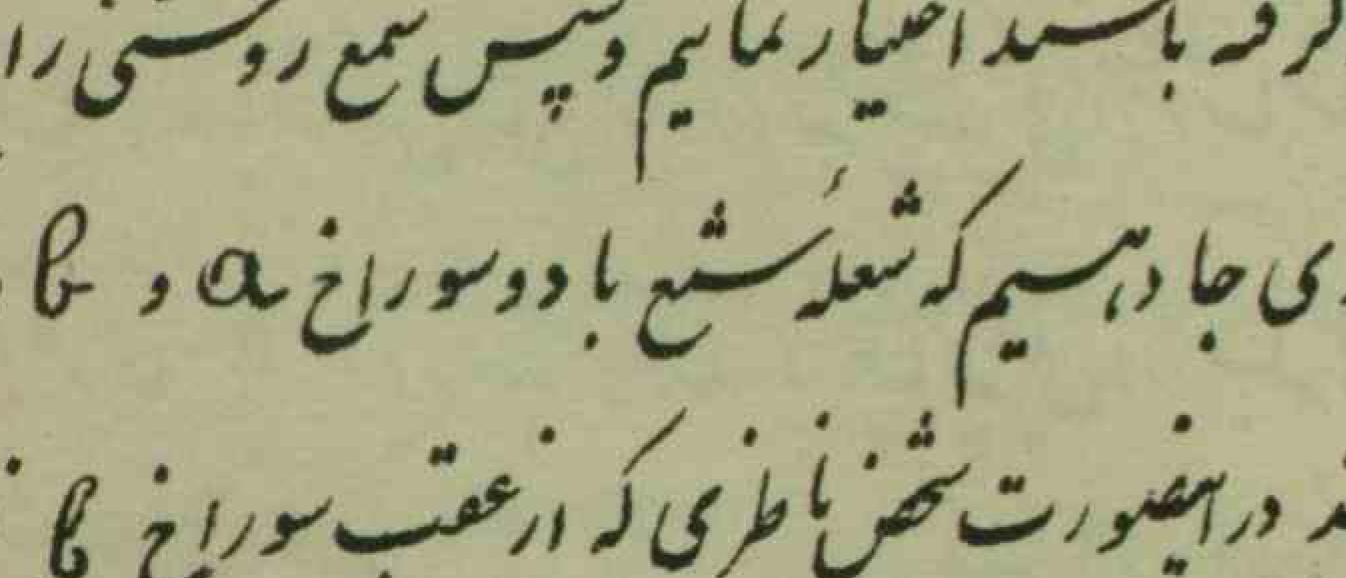
انتشار مستقیم نور — گفتیم که شعاع آفتاب چون از سوراخ کوچکی داخل اطاق تاریکی شود ذرات بسیار کوچکی را که در مسیرش واقعند روشن کرده شعاع مستقیمی بوجود میآورد که اگر بدیوار مقابل و یا کف اطاق بتابد لکهٔ بسیار روشنی را تشکیل میدهد و چنانچه در مسیر آن مانعی از قبیل صفحهٔ چوبی یا فلزی قرار دهیم بدون هیچگونه انحرافی در خط سیر آن لکهٔ روشن از دیوار مقابل معدوم شده در روی صفحهٔ مزبور تشکیل میشود .



همچنین اگر دو صفحه P و Q را که هر یک دارای سوراخی (مانند a و b) بوده و بفاصلهٔ چندین متر

س ۲۱

از یکدیگر قرار گرفته باشند اختیار نمائیم وپس شمع روشنی را در عقب یکی از آنها مثلاً P طوری جا دهیم که شعلهٔ شمع با دو سوراخ a و b در یک امتداد مستقیم قرار گیرند درینصورت شخص ناظری که از عقب سوراخ b نگاه میکند شعله



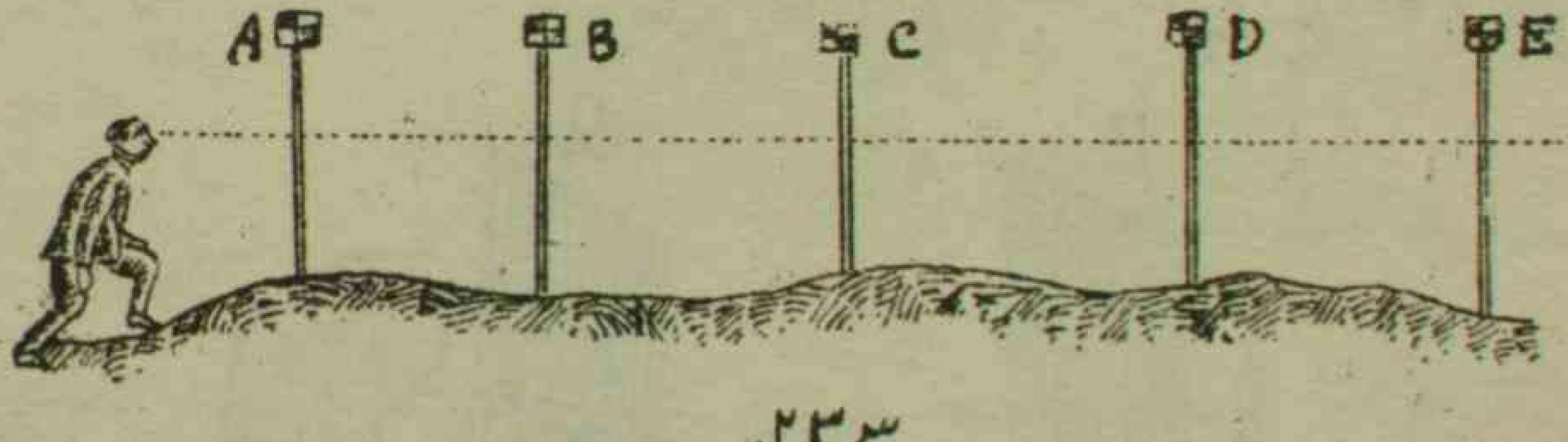
س ۲۲

مزبور را بخوبی می بیند ولی اگر یکی از آنها را اندکی از جای خود حرکت دهیم شعاع

شمع دیگر بچشم نخواهد رسید (شکل ۲۲)

از دو مشاهده فوق و مشاهدات دیگری معلوم میشود که: انتشار نور همیشه بخط مستقیم است.

از روی همین خاصیت است که غالباً برای اطمینان از اینکه میله های قائم A و B و C .... E که برای عملیات مساحی در زمین نصب میکنند در امتداد خط مستقیمی واقع شده اند یا نه شخص مساح خود را در پشت یکی از آنها مثلاً A قرار داده و با چشم میلهٔ آخری E را رصد میکند، چنانچه یکی از میله ها منحرف گشته و از



ش ۲۳

خط مستقیم دور شده باشد باصلاح آن پرداخته طوری آنها را قرار میدهد که شعاع بصر با تمام آنها مماس گردد بقسمیکه اگر سر طناب ممتدی را در A محکم کرده و سر دیگر آن را به E وصل کنیم تمام میله ها در کنار طناب مزبور واقع شده و بآن بچسبند (شکل ۲۳).

در آب و شیشه و سایر اجسام شفاف و نیم شفاف نیز امتداد نور بخط مستقیم است ولی اگر

جسم شفافی وارد جسم شفاف دیگری شود استقامت خود را از دست داده در فصل مشترک آمده و منحرف میگردد و ما در فصول بعد بشرح آن میپردازیم .

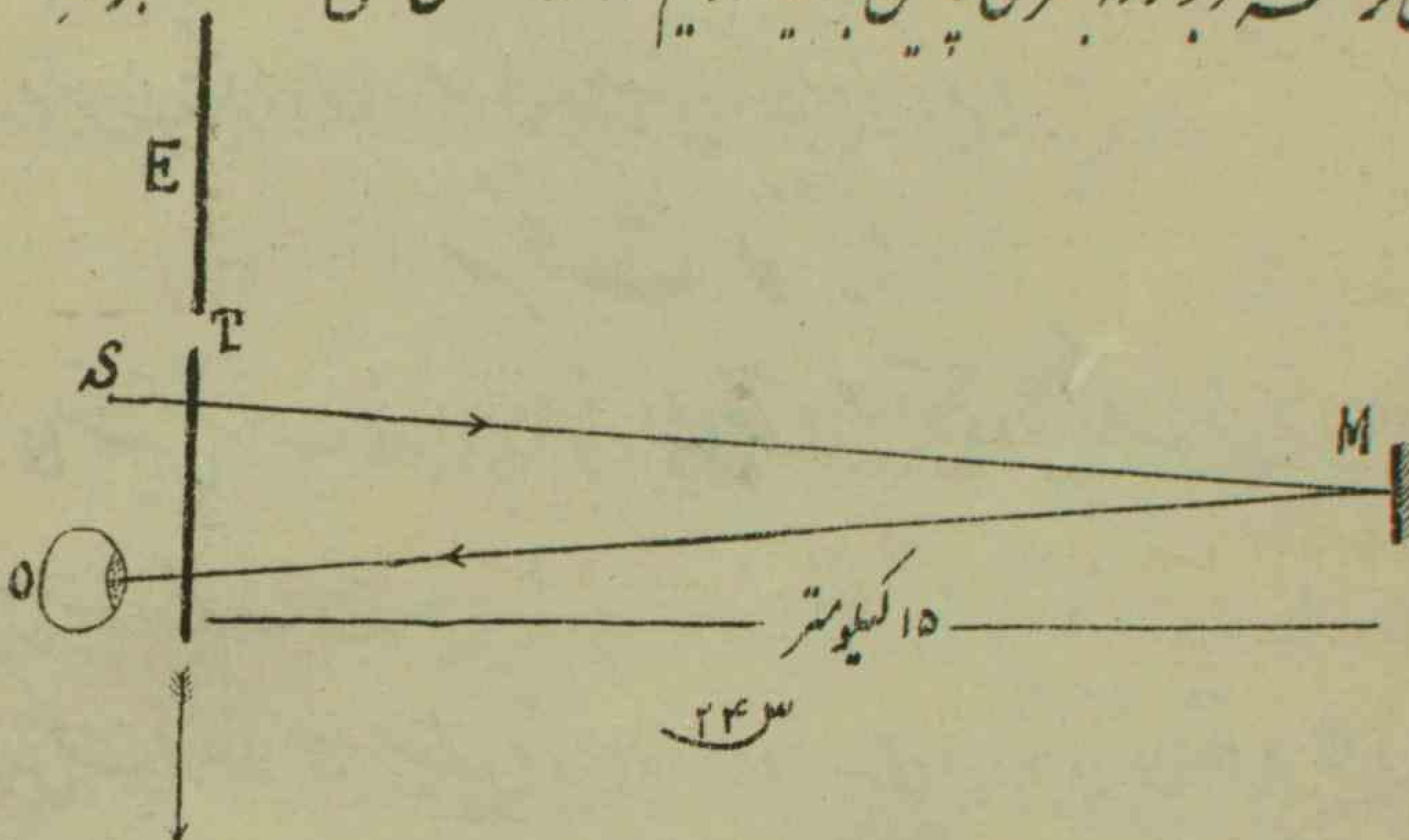
سرعت نور

برای تعیین سرعت نور در هوا تجارب چندی بعمل آمده و ما اینک بشرح تجربه ساده ذیل میپردازیم :

فرض کنیم در نقطه S منبع نوری بوده و راصدی در نزدیکی آن مثلاً در O قرار گرفته باشد و بفاصله ۱۵ کیلومتر از آن و نیز در نقطهٔ مانند M آئینه نصب شده باشد که سطح اشعه نورانی SM را در جهة MO منعکس کرده بچشم راصد برساند در این صورت شعاع SM که از نقطه S خارج میشود پس از انعکاس در M وطی ۳۰ کیلومتر مسافت مجدداً در امتداد MO بنقطه O خواهد رسید . پس برای تعیین سرعت نور کافی است مدتی را که در آن مدت نور این فاصله را میپیماید معلوم داشته و از تقسیم فاصله بر مدت سرعت نور را در واحد زمان بدست آورد .

برای این مقصود صفحهٔ مانند E را که در آن ثقبه کوچک T تعبیه شده است اختیار نموده آن را تقسیمی در جلوی شخص ناظر و منبع نور قرار میدهیم که ابتدا ثقبه T در مقابل S واقع شده و برای عبور شعاع SM بسمت M مانعی نباشد

حال اگر صفحه مزبور را بسرعتی پائین بیاوریم که انعکاس شعاع MO بطرف



شکل ۲۴

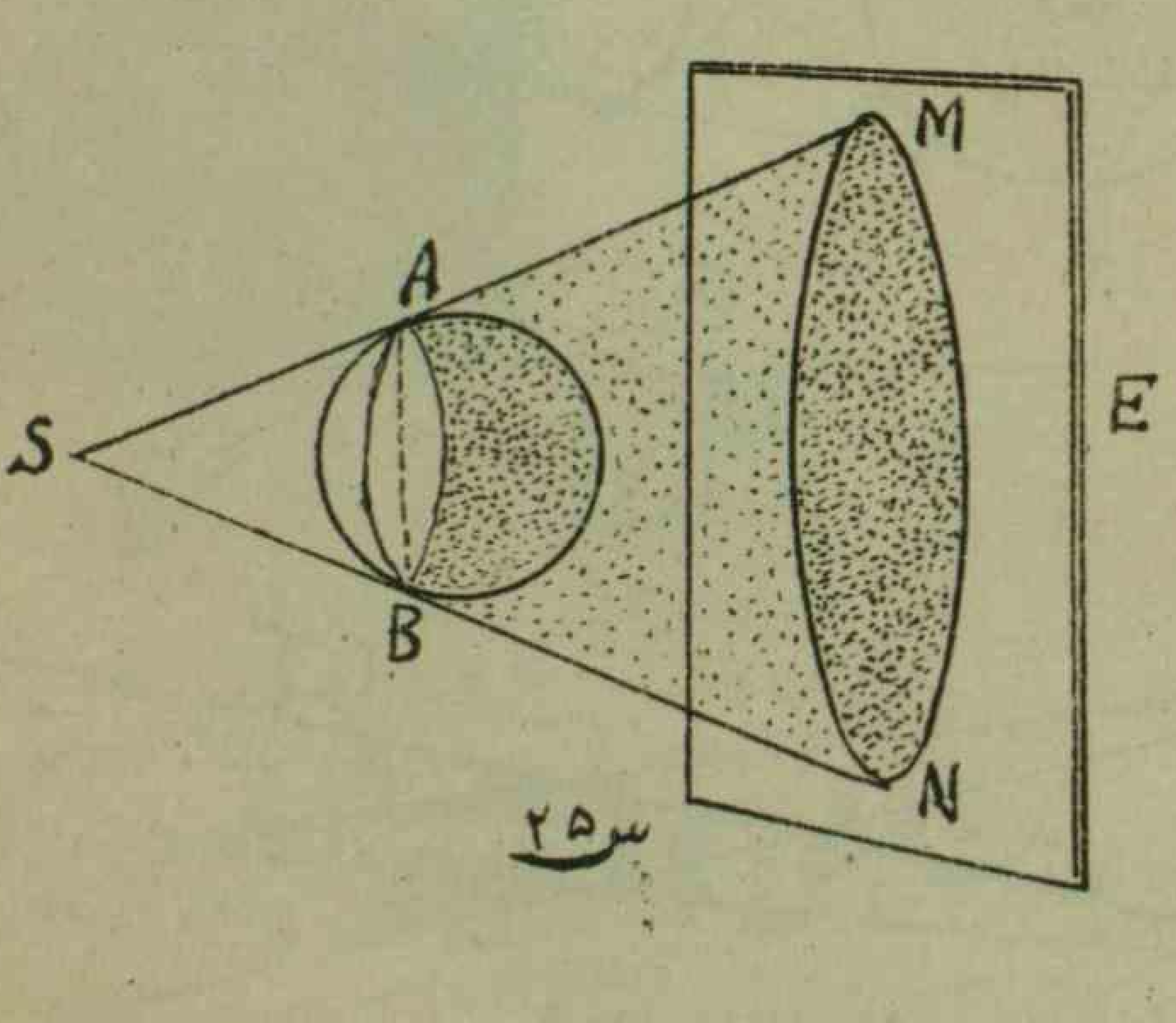
راصد و رسیدن نقطهٔ T برابر O در یک زمان صورت گیرد در این صورت شعاع منعکس MO نیز از نقطهٔ T گذشته به O میرسد و فرض نمائیم که زمان لازم برای رسیدن نقطهٔ T از S به O و یا بعبارهٔ اخری مدتی که شعاع نورانی برای طی مسافت ۳۰ کیلومتر لازم دارد از روی دقت معین شده مساوی $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ ثانیه باشد معلوم میشود که سرعت نور در هوا در هر ثانیه تقریباً ۳۰۰ هزار کیلومتر و یا پنجاه هزار فرسخ در ثانیه است .

سرعت نور در اجسام شفاف و نیم شفاف فرق میکند مثلاً سرعت آن در آب مساوی ۲۲۵ هزار و در شیشه ۲۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه است .

سایه

چون در مسیر دسته از اشعهٔ نورانی که بر صفحهٔ میتابند جسم کدری را قرار دهیم جسم مزبور مانع از تابش نور بر صفحه شده سیر اشعه را متوقف میدارد و قسمتی از صفحه تاریک میشود بنابراین اجسامی که در عقب آن واقع شده و قبلاً در معرض تابش نور قرار داشتند از روشنائی محروم شده در سایه میمانند و بر حسب آنکه مبنع نور عبارت از نقطهٔ نورانی و یا دارای وسعتی باشد ظل و شبه ظل بوجود میآید.

ظل — فرض کنیم S مبنع نور و گلوله AB جسم کدر و E صفحهٔ منظور باشد

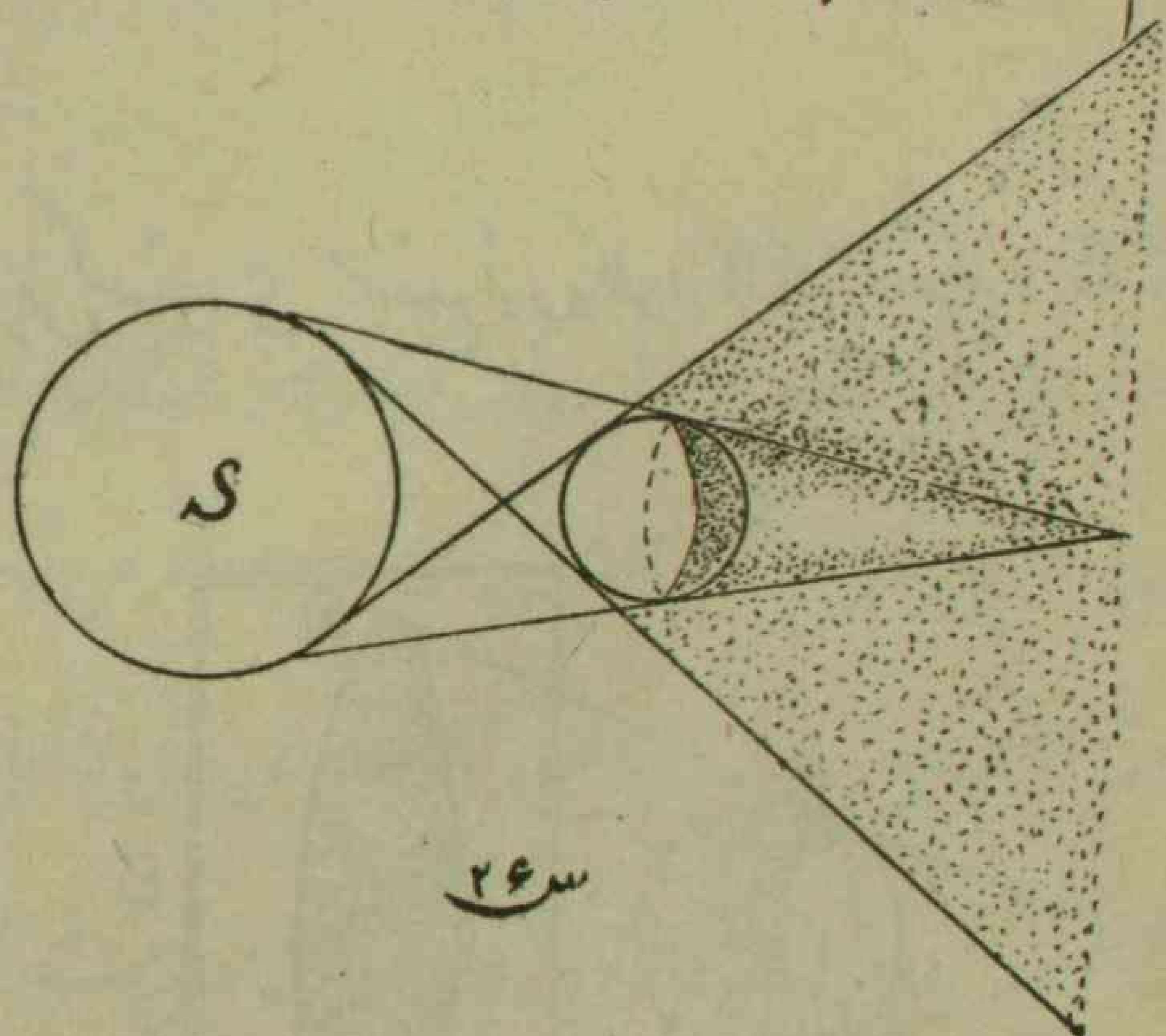


س ۲۵

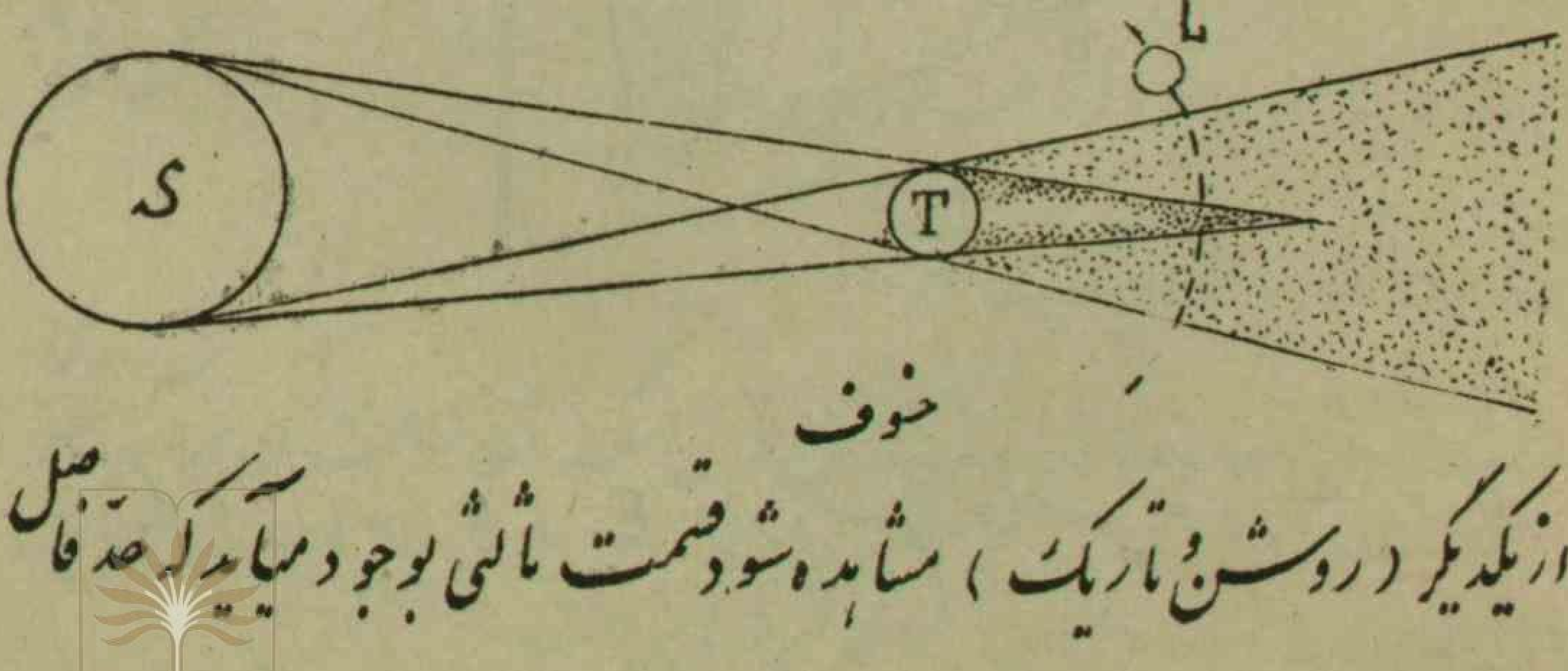
چون گلوله را مابین S و E قرار دهیم از تماس اشعه نورانی SA و SB و ... با سطح گلولهٔ مزبور احداث مخروطی میشود که رأس آن S و قاعدهٔ آن دایرهٔ

تاریک MN خواهد بود که آنرا ظل یا سایه خوانند و اطراف آن بکلی روشن میماند. کلیّهٔ نقاطی که در سمت چپ گلوله AB واقعند در روشنائی و آنهائیکه در طرف راست قرار گرفته اند در سایه مانده از نور محروم مند (شکل ۲۵)

شبه ظل یا نیمسایه — فرض کنیم که منبع نور مانبنده دارای وسعتی بوده بجای نقطه نیر S جسم نورانی S باشد در اینحال بجای اینکه در صفحه E دو قسمت متمایز



ش ۲۶



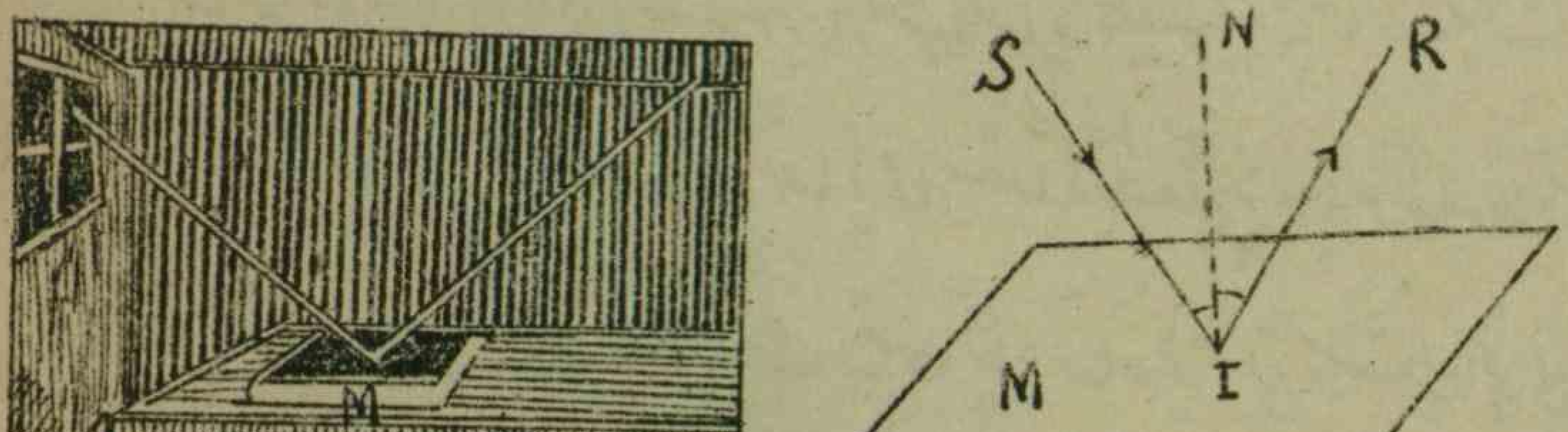
خسوف

از یکدیگر (روشن و تاریک) مشاهده شود قسمت ثالثی بوجود میآید که حد فاصل بین اند بوده و شبه ظل یا نیمسایه موسوم میباشد (شکل ۲۶)

فصل دوم

انعکاس نور

چون شعاع آفتاب از ثقبهٔ کوچکی وارد اطاق شده متمایلاً بر سطح آیینهٔ مانند M بتابد جهتی غیر از جهت اولیه خود اختیار کرده و با آن زاویه تشکیل خواهد داد در اینصورت گویند شعاع مزبور منعکس شده است (شکل ۲۷)



ش ۲۷

شعاع SI را شعاع تابش و شعاع IR را شعاع منعکس خوانند و اگر بالفرض از نقطه I عمودی بر سطح آئینه اخراج نمائیم $\widehat{SIN}$ را زاویه تابش و $\widehat{NIR}$ را زاویهٔ انعکاس نامند و از روی تحقیقاتی که بعمل آمده معلوم شده است که :

اولاً زاویهٔ تابش مساویست با زاویهٔ انعکاس .

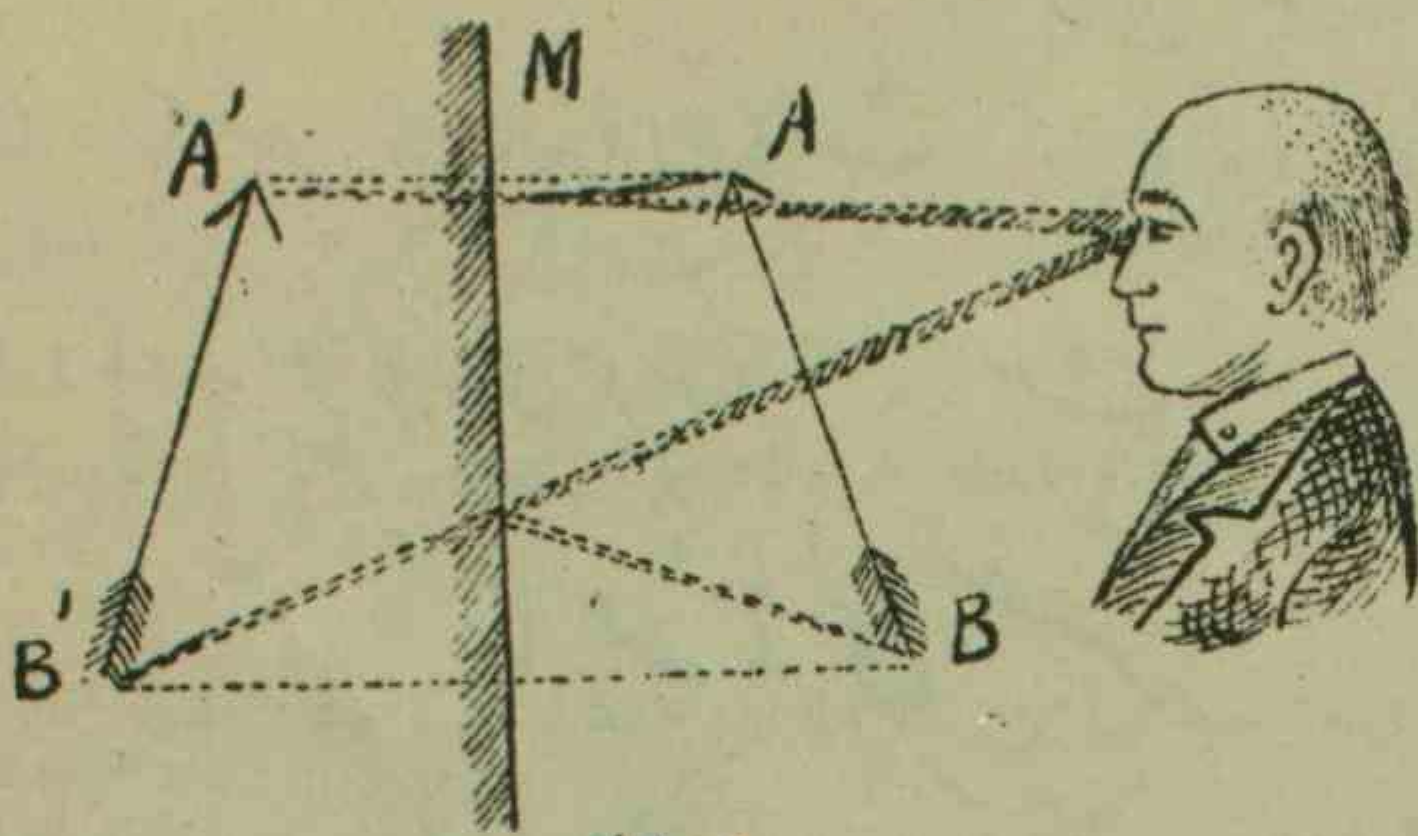
ثانیاً شعاع تابش و شعاع منعکس و عمود IN در سطحی قرار دارند موسوم بسطح تابش که عمود است بر سطح انعکاس .

آیینه های مسطح و تصویر اشیاء در آنها

آیینه های مسطح سطوح مستویه هستند صیقلی شده که اشعه نور را منعکس میدارند از قبیل آیینه های بدن نما شیشه پنجره ها ، اوراق لعابی ، سطح افقی مایعات (در حال سکون) و غیر آن که در تمام آنها تصویر مجازی اشیاء بدست میآید هم چنانکه تصویر خود را در آیینه و یا در آب مشاهده مینمائیم

تصاویر مجازی عبارت از تصاویری هستند که در خارج وجود ندارند و نمیتوان آنها را در روی صفحهٔ ظاهر ساخت درصورتیکه تصاویر حقیقی اشیاء بخوبی در روی صفحه و یا شیشه عکاسی ظاهر و آشکار میگردند مثلاً شیئ AB که برابر آیینه M واقع شود تصویری خواهد داشت مانند A'B' که بنسبت بسطح آیینه قرینه بوده و از مجموع قرینه های نقاط شیئ مزبور بوجود آمده است و آن را تصویر مجازی مانند زیرا بر طبق آنچه که قبلاً گفته شد تصویر مزبور وجود خارجی نداشته و اگر بخواهند آن را در روی صفحهٔ ظاهر سازند غیر ممکن خواهد بود (شکل ۲۸)

آیینه های گردی

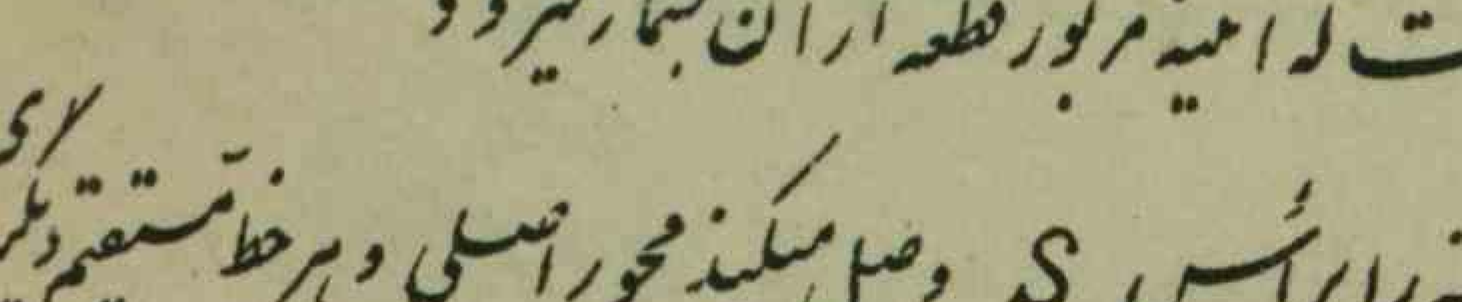


س ۲۸

آینه های کروی بشکل قطعه از کره هستند که سطحشان صیقلی شده و انعکاس نور بخوبی در آنها صورت میگیرد و برحسب آنکه سطح انعکاس قسمت داخلی یا خارجی آینه باشد آنها را آئینه مقعر و یا محدب نامند.

مرکز آینه همان مرکز کره است که آئینه مزبور قطعه از آن بشمار میرود

خط مستقیمی که مرکز C آینه را براس S وصل میکند محور اصلی و هر خط مستقیم دیگری مانند CI که از مرکز گذشته بیکی از نقاط سطح انعکاس منتهی شود محور فرعی نامیده میشود.



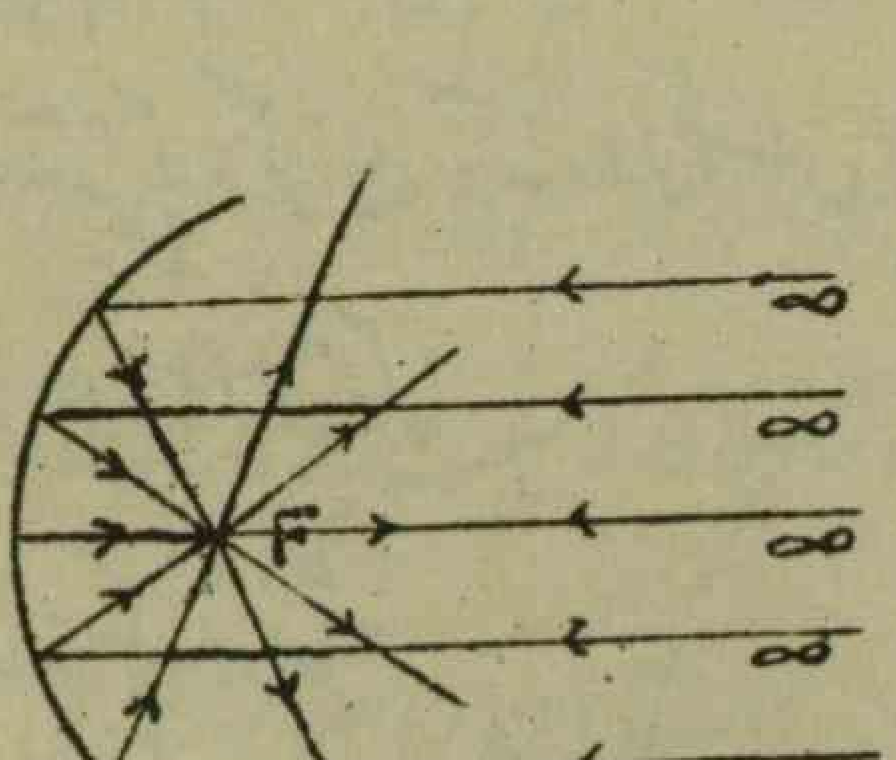
س ۲۹

کانون هر آئینه نقطه ایست مانند F که در روی محور اصلی و بیکفاصله متساوی از مرکز C و راس S آئینه واقع باشد . سطحی که از این نقطه گذشته و بر محور اصلی عمود باشد بسطح کانونی موسوم است . ش ۳۹

آئینه های مقعر

خواص کانونی : ۱ـ تصویر هر جسم میزی که در روی محور اصلی و در بی نهایت دور واقع باشد در کانون آئینه مقعر تشکیل میشود .

هر گاه نقطه میزی در بی نهایت دور (∞) واقع باشد اشعه که از آن خارج میشوند متوازی بوده و چون بر سطح آئینه مقعری بتابند پس از انعکاس در کانون آن یکدیگر را ملاقی میکنند مثلاً تصویر آفتاب در کانون آئینه مقعر تشکیل شده و میتوان آن را در روی صفحه ظاهر ساخت بنابراین در آئینه مقعر تصاویر حقیقی اشیائی که در بی نهایت دور واقع باشند احداث میشود (شکل ۳۰)



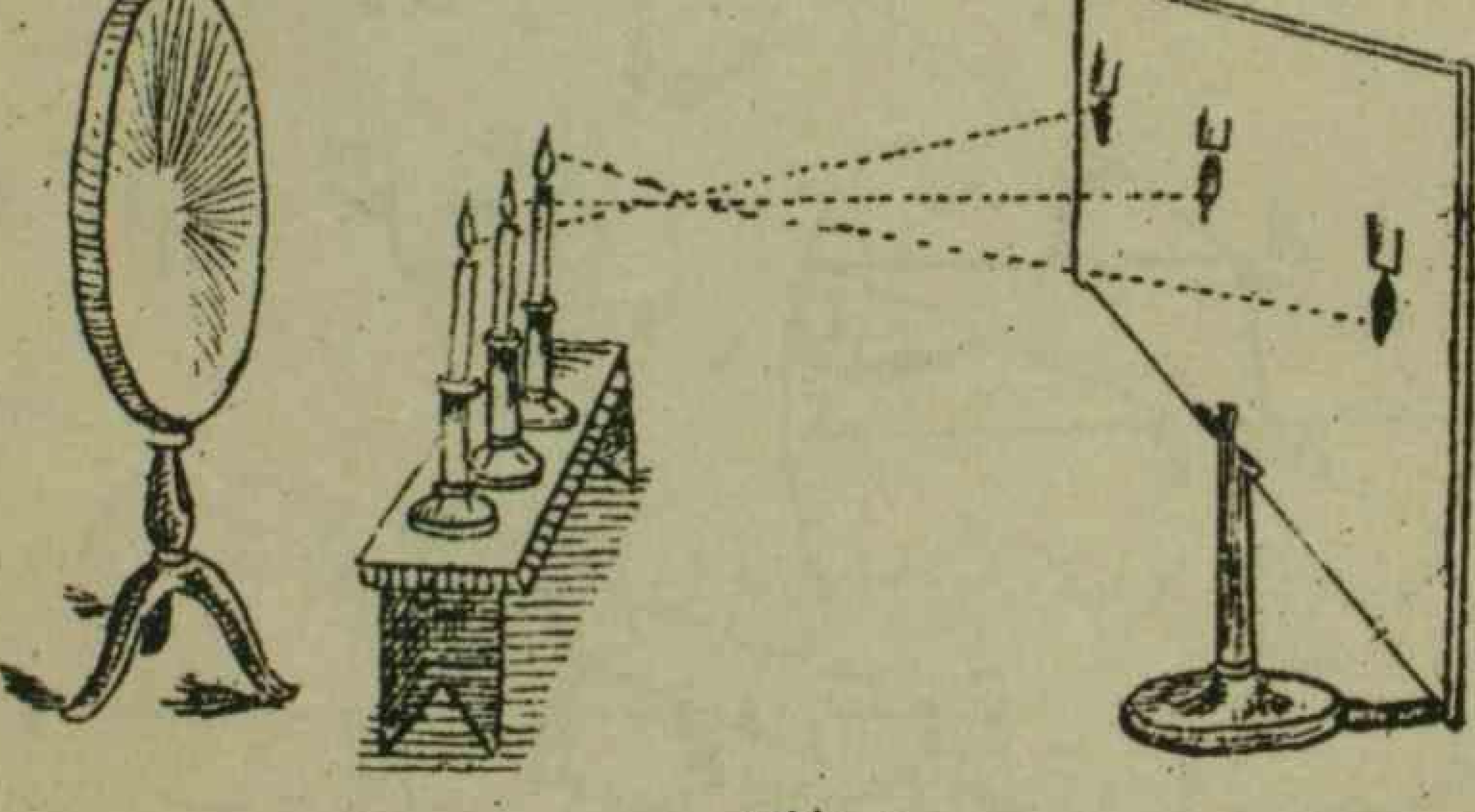
ش ۳۰

۲ـ تصویر نقطه میزی که در کانون قرار گرفته باشد در بی نهایت دور تشکیل میشود

(عکس خاصیت فوق)

خاصیت مرکز – تصویر هر نقطه نیری که در مرکز آئینه واقع باشد بر خودش منطبق است زیرا شعاع تابشی که از مرکز گذشته و بمحور فرعی موسوم است عمود بر سطح آئینه بوده بنابراین در همان جهة اولیه انعکاس پیدا خواهد کرد .

تصویر اشیاء در آئینه های مقعّر – این تصاویر همیشه حقیقی و معکوس و کوچکتر از جسمند (شکل ۳۱) مگر وقتیکه جسم مابین کانون و مرکز هندسی واقع شده باشد که در اینصورت بزرگتر خواهند بود (حالت I شکل ۳۳) و همچنین اگر شیئی بین کانون و آئینه باشد تصویرش مجازی و مستقیم است (حالت II شکل ۳۳)



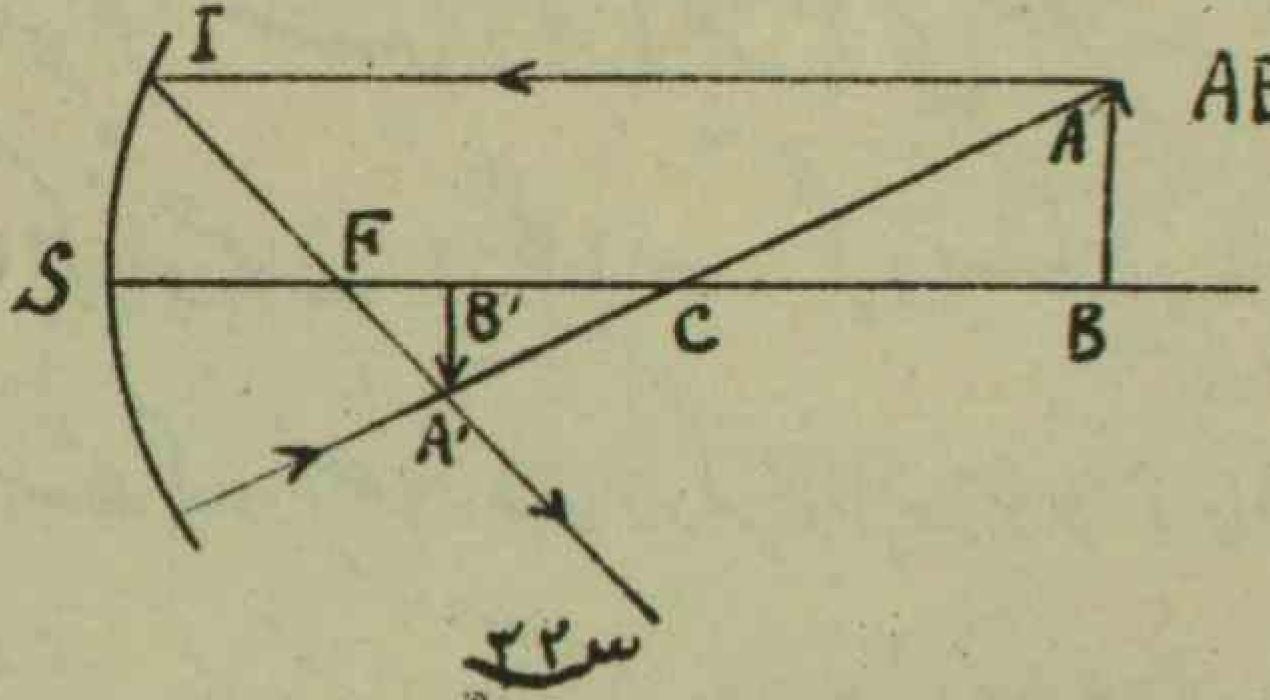
ش ۳۱

تصویر هر جسمی که بفاصلهٔ معینی از آئینه قرار گرفته باشد بر حسب دوری و نزدیکی

جسم نسبت بآن تغییر کرده ابعاد و موقعیتش نسبت بآئینه فرق میکند.

بطور هندسی میتوان تصویر AB را چنین ساخت :

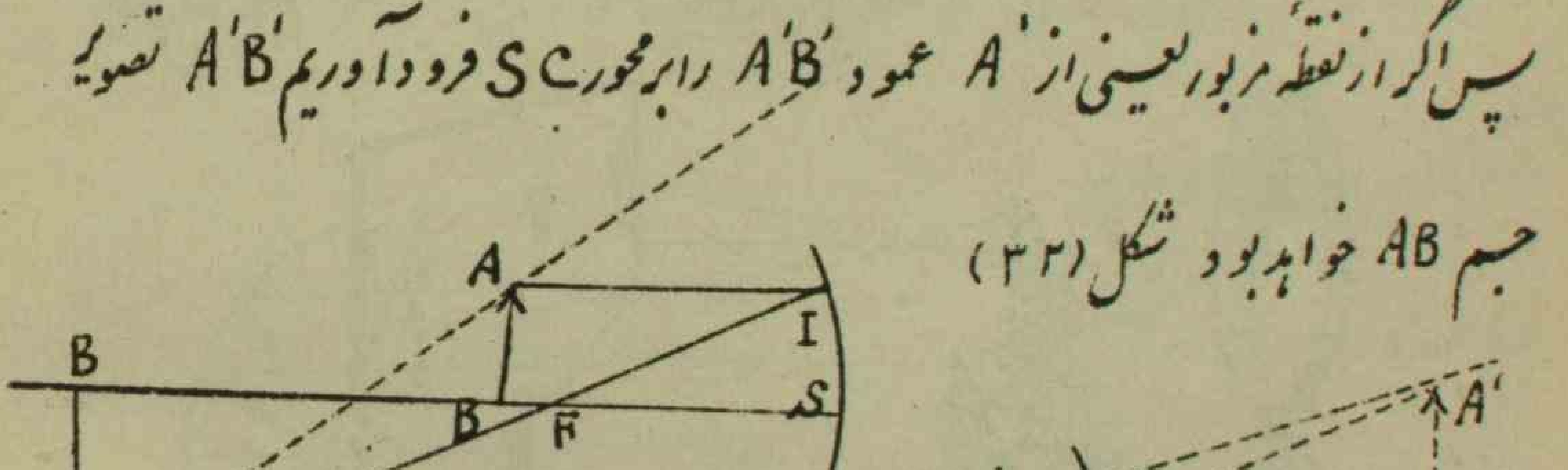
شعاع تابش AI که موازی با محور اصلی است در نقطه I منعکس شده در امتداد IR از کانون F میگذرد و همچنین شعاع AE را که از مرکز آئینه مرور کرده و بر سطح آئینه عمود است



ش ۳۲

رسم میکنیم دو شعاع IR و AE در نقطه A' که تصویر A خواهد بود تلاقی میکنند

پس اگر از نقطهٔ مزبور یعنی از A' عمود A'B' را بر محور SC فرود آوریم A'B' تصویر جسم AB خواهد بود شکل (۳۲)

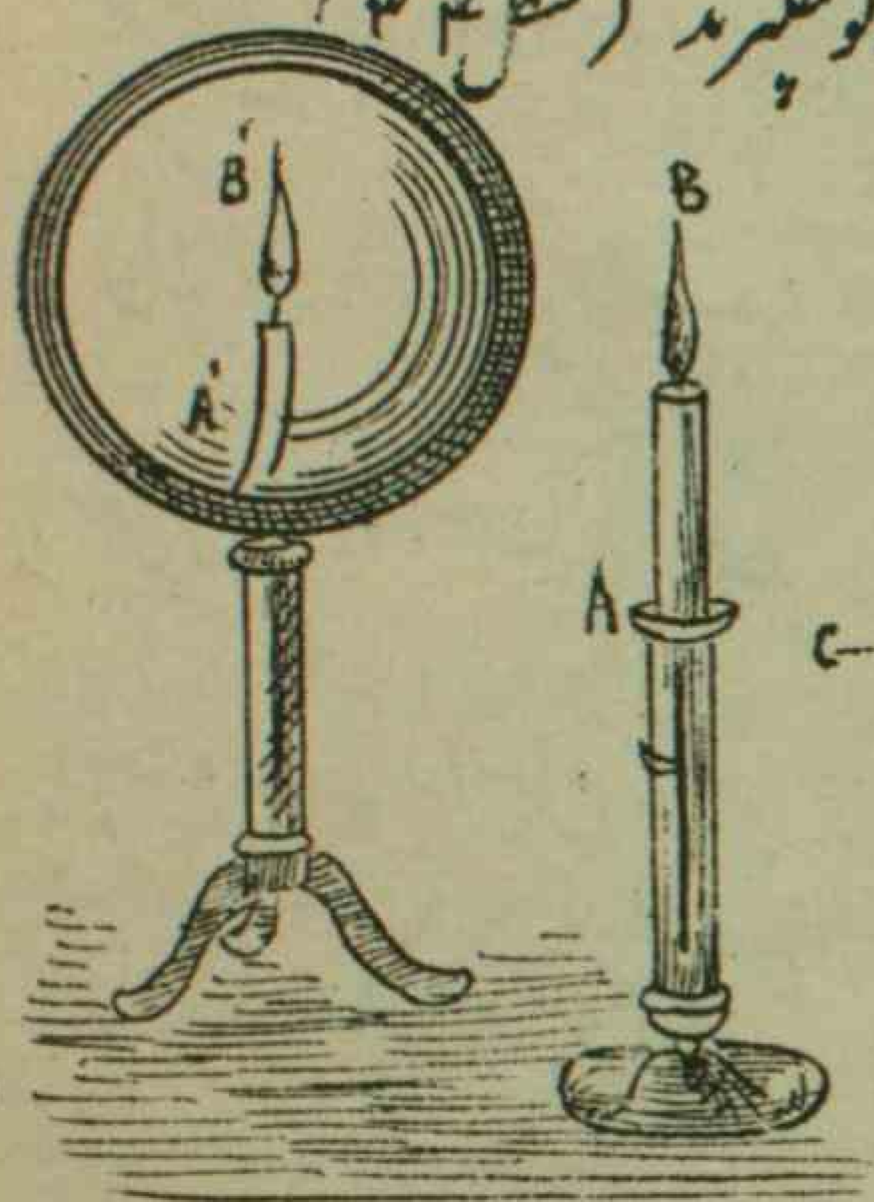


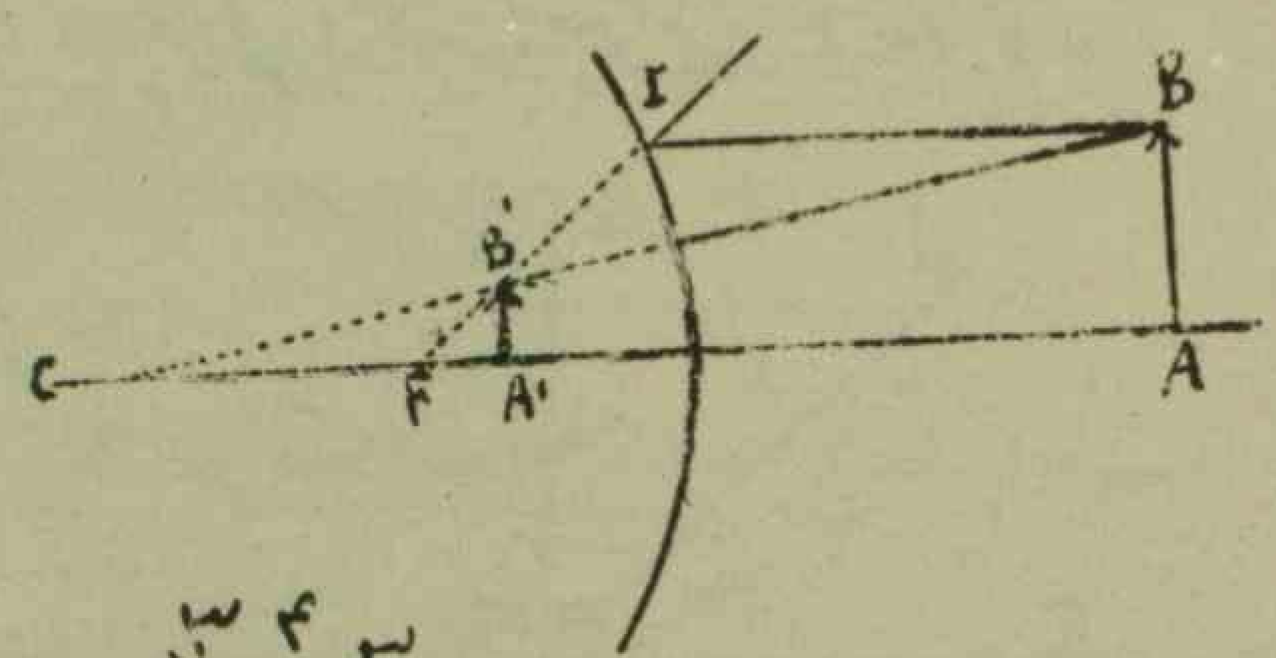
ش ۳۳

آئینه های محدب

این قسم آئینه ها نیز دارای مرکز هندسی، کانون، محور اصلی و محورهای فرعی میباشند

ولی کانون آنها نقطه ایست که امتداد اشعه حقیقی در آنجا یکدیگر را ملاقی میکنند بنابراین کانونشان مجازی خواهد بود . در آئینه های محدب تصاویر اشیاء مجازی مستقیم بوده و هر قدر جسم دورتر باشد کوچکتر اند (شکل ۳۴)





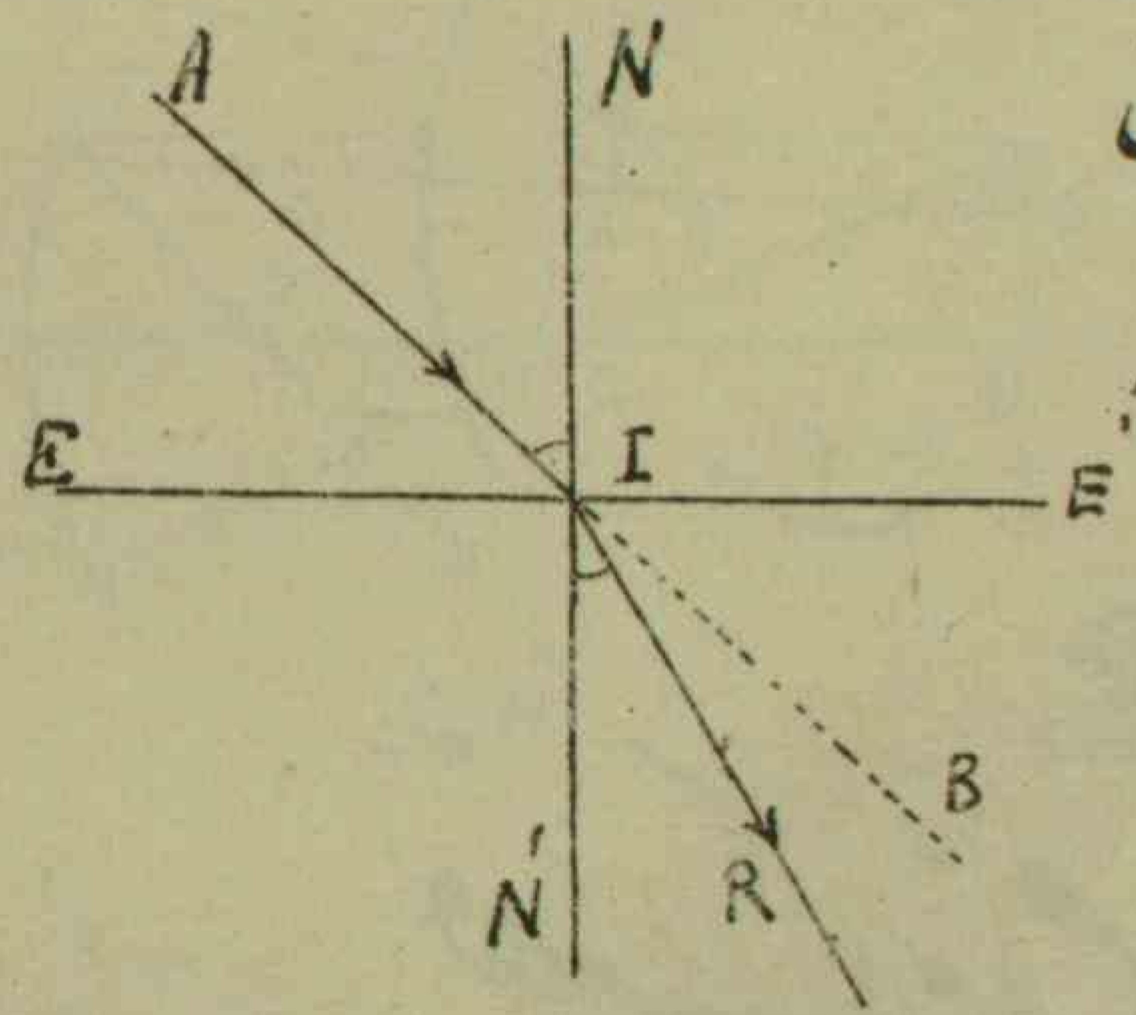
شکل ۳۴

فصل سوم

انکسار نور

سابقاً گفتیم که سیر اشعه نور در هر جسم شفافی بخط مستقیم است و همچنین اشاره کردیم که اگر از جسم شفافی داخل جسم شفاف دیگری شود که ماده با اولی متفاوت بوده و یا بعبارة اخری تراکم ذراتشان باهم فرق داشته باشد (از هوا وارد آب یا شیشه گردد و بالعکس) در فصل مشترک آنها منحرف شده امتدادی

غیر از امتداد اولیه خود اختیار میکند و با آن تشکیل زاویه میدهد (صفحه ۳۲)
در این صورت گوئیم شعاع مزبور **منکسر** گردیده است مثلاً اگر یک شعاع نورانی
بر سطح آبی بتابد در نقطه آن که فصل مشترک هوا و آبست شعاع مزبور امتداد اولیه خود را
ترک کرده موافق امتداد دیگری در آب سیر میکند (شکل ۳۵)

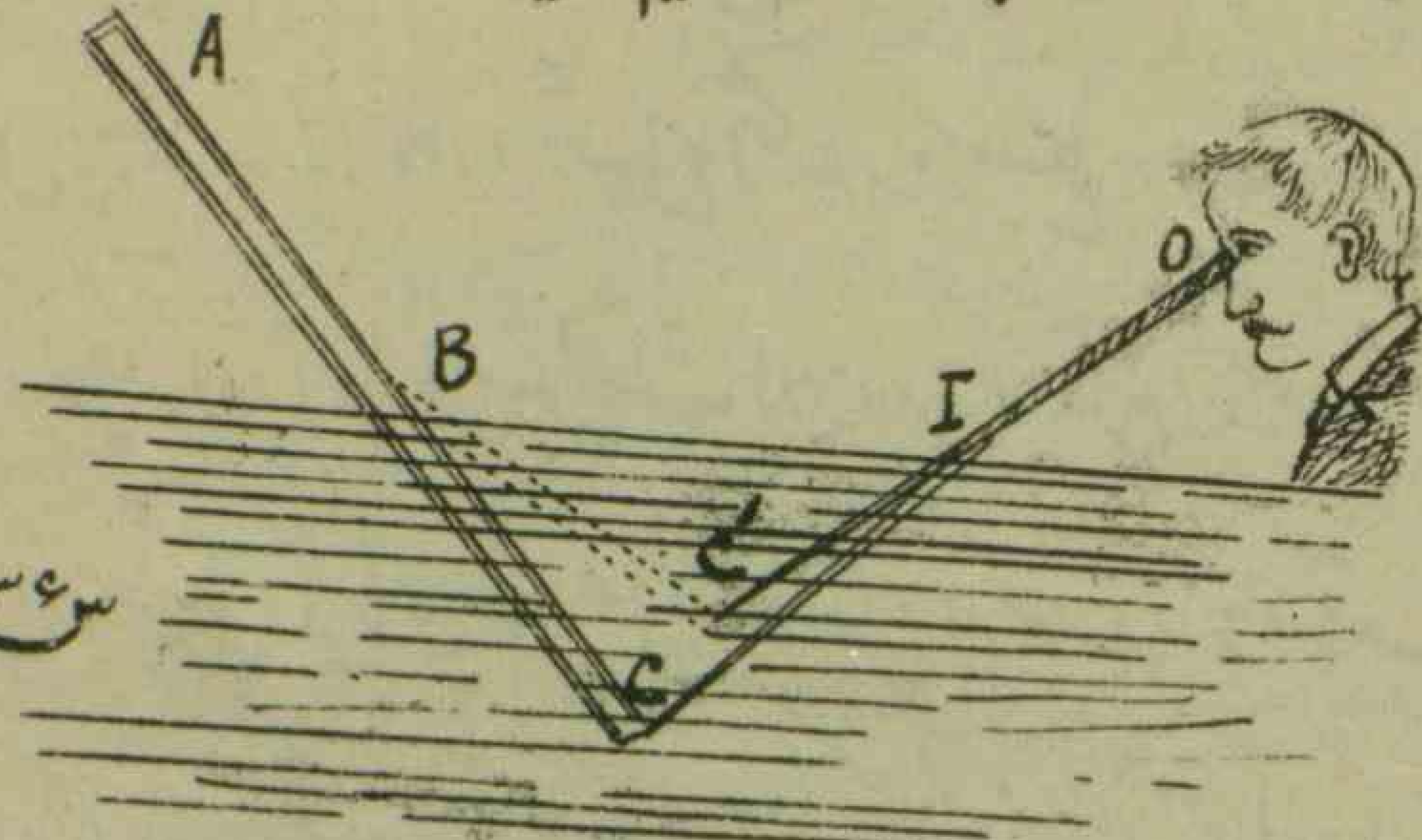


شکل ۳۵

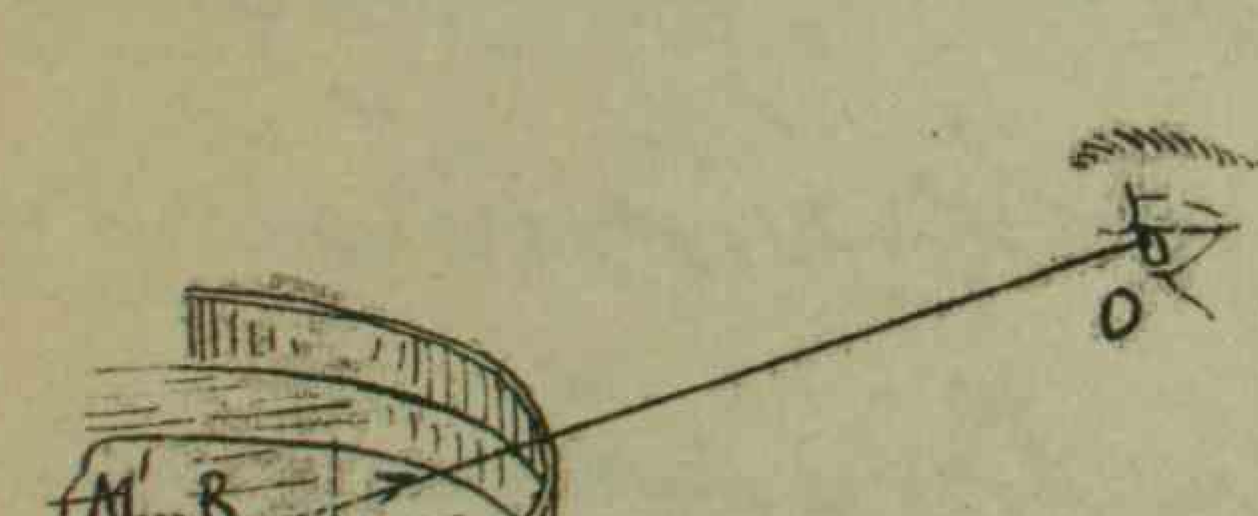
شعاع AI را شعاع تابش
و شعاع IR را شعاع منکسر
خوانند و چون بفرض
عمودی از نقطه I بر سطح
EE اخراج کنیم $\widehat{AIN}$
را زاویهٔ تابش و N'IR را زاویه انکسار نامند ولی باید دانست که چون شعاع
AI که از هوا وارد آب (و یا بالعکس از آب وارد هوا) میشود عموداً بر سطح آب
(سطح فصل مشترک) میتابد استقامت خود را از دست نداده و منحرف نخواهد شد
بنابراین شرط لازم برای انکسار نور آنستکه اشعه متمایلاً بر سطح انکسار بتابد
(شکل ۳۵)

مشاهدات عدیده و تجارب ساده تری مطالب مذکوره را اثبات میکنند: مثلاً

چون عصائی را در ظرف آبی فرو بریم چنین بنظر میرسد که عصا شکسته و قسمتی از آن



که در آب فرو رفته کج شده است و علت این امر آنست که اشعهٔ صادره از انتهای C عصای ABC چون از آب وارد هوا میشوند در نقطه I منحرف شده تغییر جهه میدهند یعنی امتداد IO را اختیار میکنند بنابراین نوک C عصا در C' دیده شده و قسمت BC در امتداد BC' بنظر میرسد. (شکل ۳۶)



و همچنین اگر یک عدد سکه را در ظرف خالی از آبی طور قرار دهند که بچشم ناظر در O غیر مرئی باشد دیده میشود که پس از ریختن آب در ظرف مزبور سکه نمایان شده و شخصی که در نقطهٔ O ایستاده است آن را مشاهده خواهد کرد

بر وفق تجارب حاصله دو نتیجه ذیل ثابت و محقق گشته است :

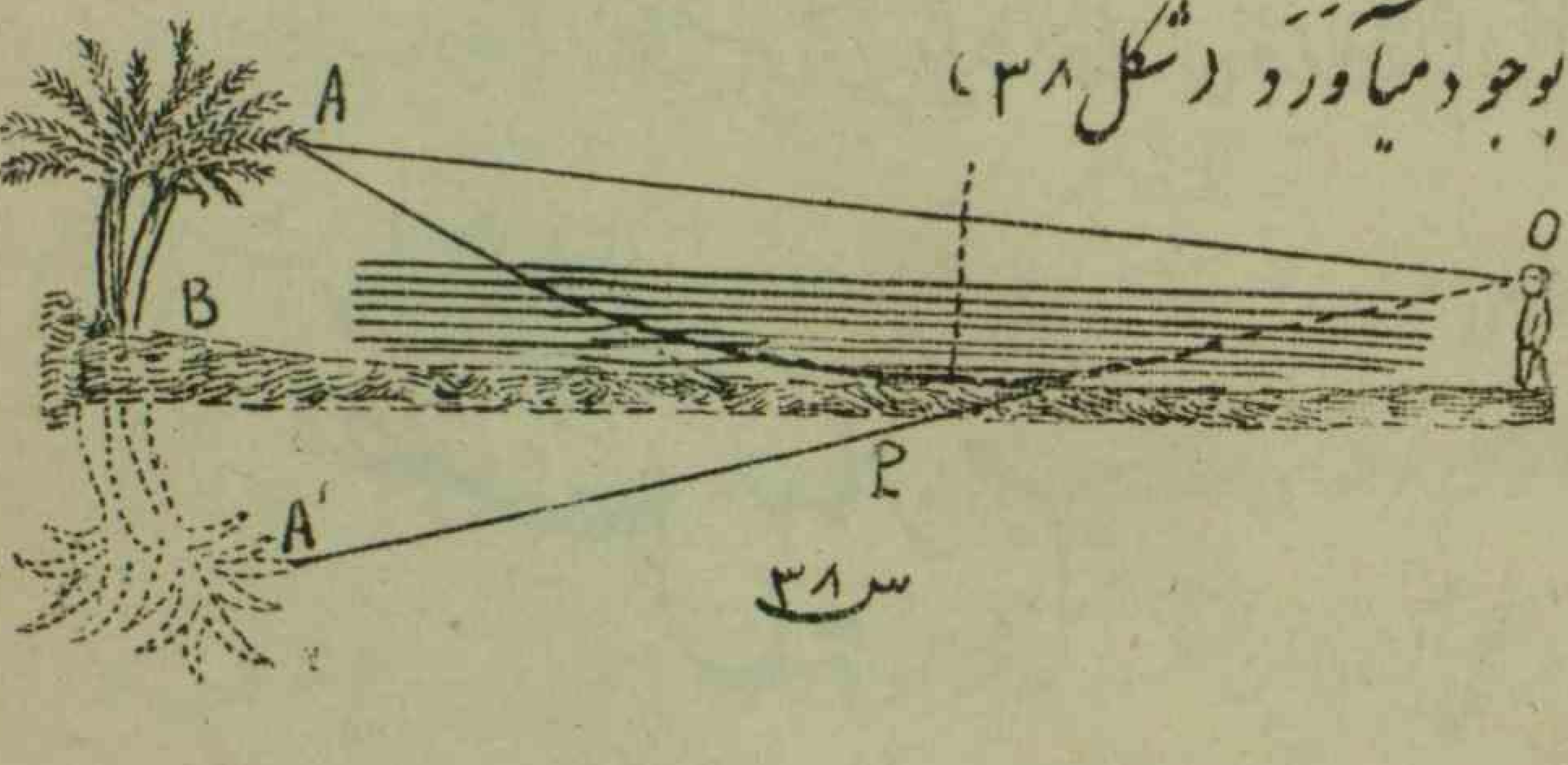
۱- شعاع تابش ، عمود NN و شعاع انکسار در سطح واحد قرار دارند .

۲- زاویهٔ انکسار کوچکتر از زاویه تابش است (در موردیکه شعاع از جسمی که تراکم ذرات آن کمتر است وارد جسم متراکم تری شود مثل اینکه شعاع از هوا وارد در آب یا شیشه شود اگر بالعکس از جسم متراکم تری داخل جسم شفاف دیگری بشود که تراکم ذرات آن کمتر باشد در اینصورت زاویهٔ انکسار بزرگتر از زاویه تابش خواهد بود مثل اینکه شعاع از آب و یا از شیشه وارد هوا شود)

سراب Mirage - در صحاری خشک مناطق استوائی که هیچگونه آب و علفی وجود ندارد غالباً بنظر مسافرین چنین میرسد که از دور عکس بعضی مرتفعات و یا اشجار در آب افتاده بتصور برکه یا چشمه شتابان بدان الصوب رهسپار میشوند و چون بنقطه مقصود میرسند از آب اثری نیافته حیران و سرگردان میمانند در اینحال مجدداً همان منظره از دور در نقطهٔ دیگری از صحرا جلوه میکند ، و ممکن است تمام روز را همین مناظر فریبنده در نظر مجسم شوند در صورتیکه هیچیک حقیقةً وجود خارجی نداشته باشند .

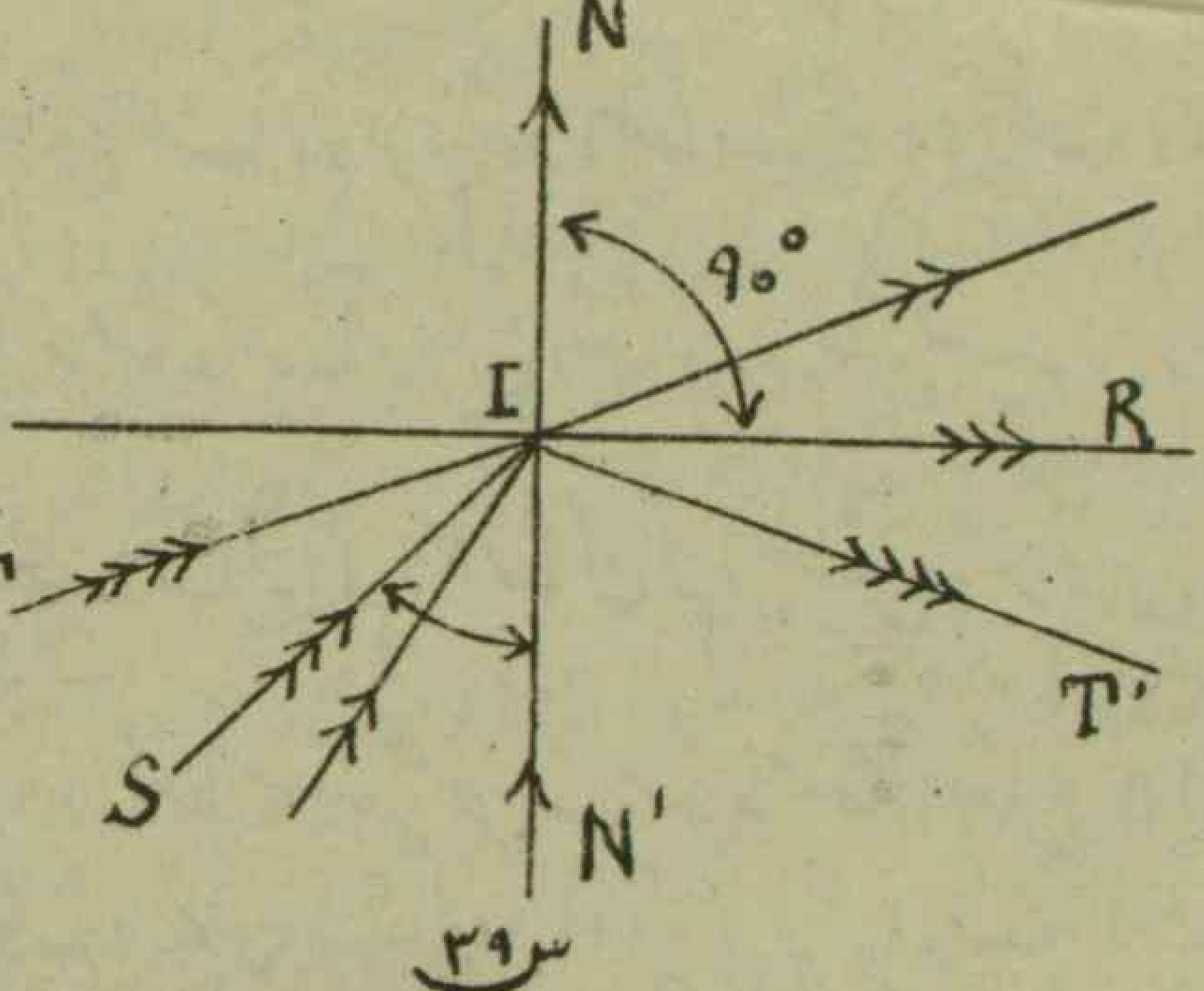
سبب این کیفیت انکسار نور در طبقات هوا است زیرا بواسطه حرارت شمس سطح

زمین فوق العاده گرم شده طبقات هوای مجاور آن نیز بالطبع بیشتر از قسمتهای
بالاتر گرم میشوند بنابراین اشعه نور در حین عبور از طبقات مختلفه که درجه حرارتشان
متفاوت ولذا تراکم ذراتشان کم وبیش باهم فرق دارند انکسارات متوالی
پیدا کرده از خط مستقیم منحرف میشوند مثلاً شعاع AO بجای اینکه امتداد مستقیم
خود را تعقیب کند در امتداد APO بچشم ناظر در O رسیده A'B تصویر AB
را بوجود میآورد (شکل ۳۸)



ش ۳۸

انعکاس کلی — گفتیم اگر شعاعی از آب وارد هوا شود نظر باینکه تراکم ذرات
آب بیشتر از هوا است لذا زاویه انکسار بزرگتر از زاویه تابش خواهد بود حال اگر این
زاویه بتدریج بزرگ شود زاویه انکسار نیز بزرگتر شده شعاع منکسر از خط عمود وارده
بر نقطهٔ تابش دورتر میشود و بالاخره موقعی میرسد که شعاع منکسر با عمود فوق الذکر
زاویه مساوی ۱۸۰ درجه تشکیل داده یعنی درست مماس با سطح آب میشود و این



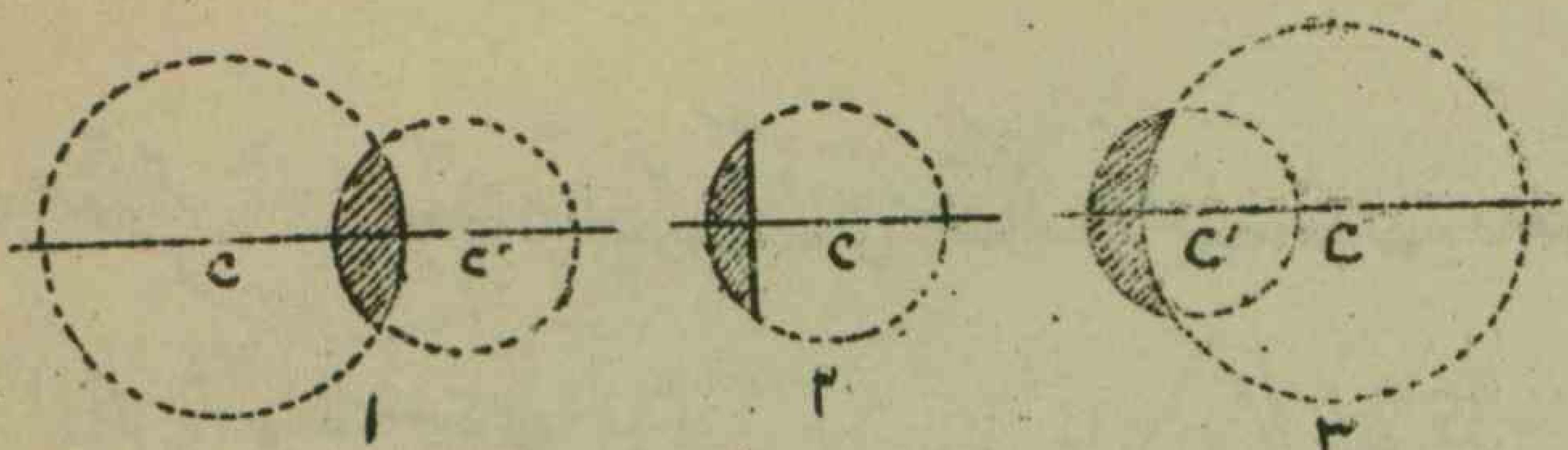
وقتی است که زاویه تابش مساوی ۴۵ باشد وچنانچه این زاویه بازار اینحد تجاوز نماید شعاع تابش دیگر از آب خارج نشده درهمان آب منعکس میگردد در اینحالت گویند که انعکاس کلّی Reflexion totale صورت گرفته است (شکل ۳۹)

فصل چهارم

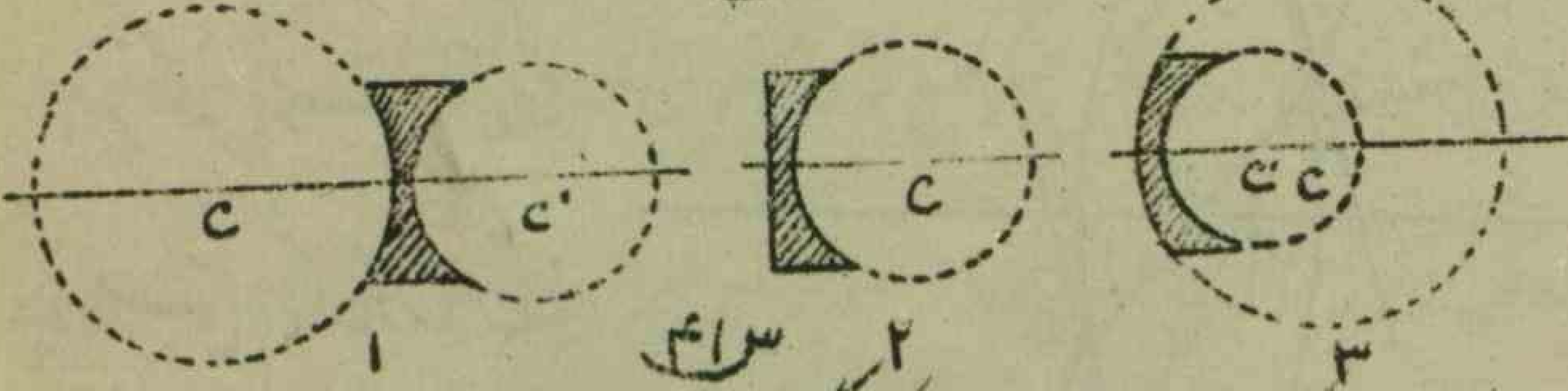
عدسیها

تعریف — هرجسم شفافی راکه محدود بیک یا دوسطح کروی باشد عدسی نامند مانند ذره بین ها شیشه عینک ها عدسی دوربین ها ذره بین عکاسی وغیره.
عدسیها بنابرآنکه دارای یک یا دوسطح منحنی باشند یک یا دومرکز انحناء خواهند داشت که عبارت ازهمان مرکز کره ایست که سطح منحنی عدسی قطعه ازآن میباشد

(شکل ۴۰)



شکل ۴۰



شکل ۴۱

خط مستقیمی که دو مرکز سطوح منحنیه را بیکدیگر متصل میسازد بمحور اصلی موسوم است (۱ و ۳ شکل ۴۰ و ۴۱) و چنانچه یکی از دو سطح آن مستوی باشد در اینصورت محور اصلی خط عمودیست که از مرکز انحنا بر سطح مستوی مزبور فرود آید (۲ شکل ۴۰ و ۴۱)

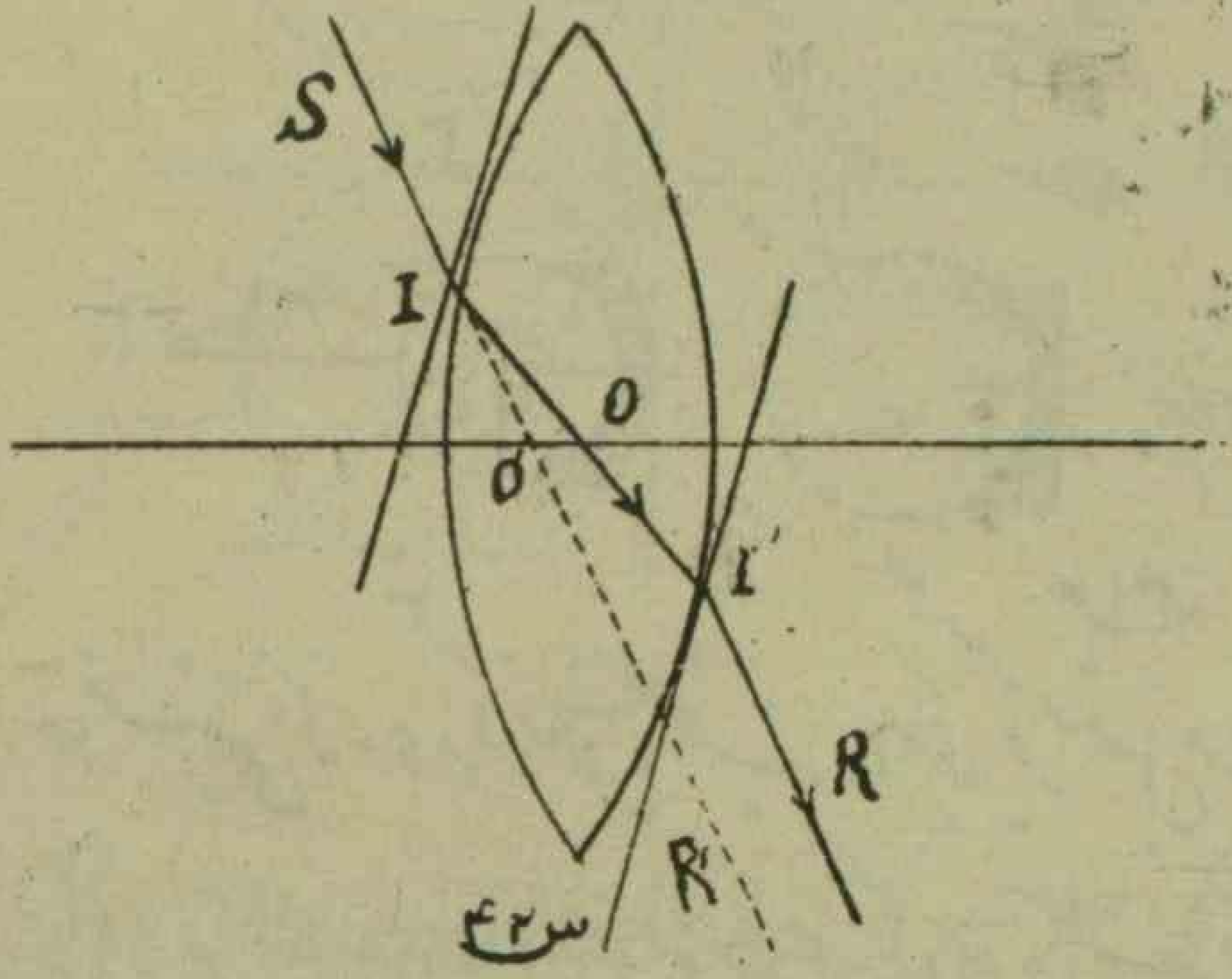
کانون هر عدسی نقطه ایست از محور اصلی که بیک فاصله باشد از مرکز انحناء و عدسی و هر سطحی که از این نقطه گذشته عمود بر محور اصلی باشد بسطح کانونی موسوم است فاصلهٔ کانون را از عدسی فاصله کانونی آن نامند.

هر عدسی غیر از محور اصلی دارای محورهای فرعیه نیز میباشد و آن شعاعی است که چون بر سطح عدسی بتابد پس از خروج از آن همان استقامت اولیهٔ خود را تعقیب نماید.

محل تقاطع محور اصلی با محور فرعی نقطه ایست که بمرکز ضوء Centre optique موسوم است (شکل ۴۲)

عدسیها را میتوان بدو دسته تقسیم نمود: عدسیهای **محدب** و عدسیهای

مقعر — عدسیهای محدب آنهائی هستند که دو کنارشان از وسط باریکتر است

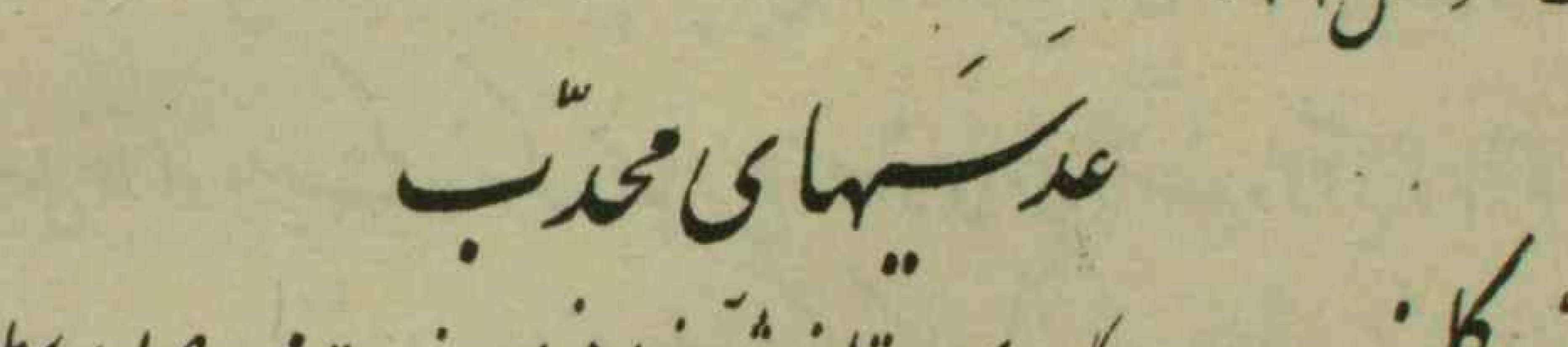


ش ۴۲

(شکل ۴۲) عدسیهای مقعر عکس دسته فوق الذکر اند یعنی دو کنارشان ضخیم و قسمت وسط باریک است (شکل ۴۱)

عدسیهای محدّب

خواصّ کانون — هرگاه دسته از اشعهٔ نورانی بموازات محور اصلی بر سطح عدسی بتابند پس از خروج از آن در یک نقطه همدیگر را تلاقی میکنند که همان کانون عدسی است . چنانچه اشعه باهم متوازی ولی بموازات محور اصلی نباشد در اینصورت در یکنقطه

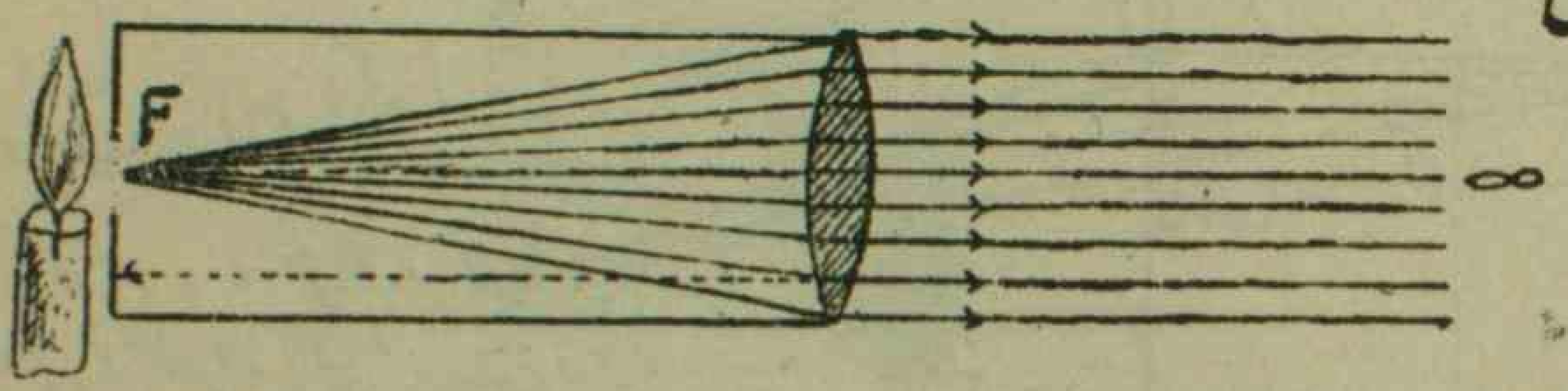


ش ۴۳

از سطح کانونی تمرکز پیدا خواهند کرد (شکل ۴۳)

مثلاً آفتاب که در بی نهایت دور واقع شده و اشعهٔ آن متوازیند تصویرش در خود کانون یا سطح کانونی عدسی تشکیل میشود (بنابر آنکه اشعهٔ آفتاب موازی با محور اصلی باشند یا) و بالعکس اگر منبع نور در کانون عدسی باشد اشعهٔ آن پس از خروج از عدسی مزبور متوازیا سیر کرده تصویر جسم منیر در بی نهایت دور تشکیل خواهد شد

(شکل ۴۴)

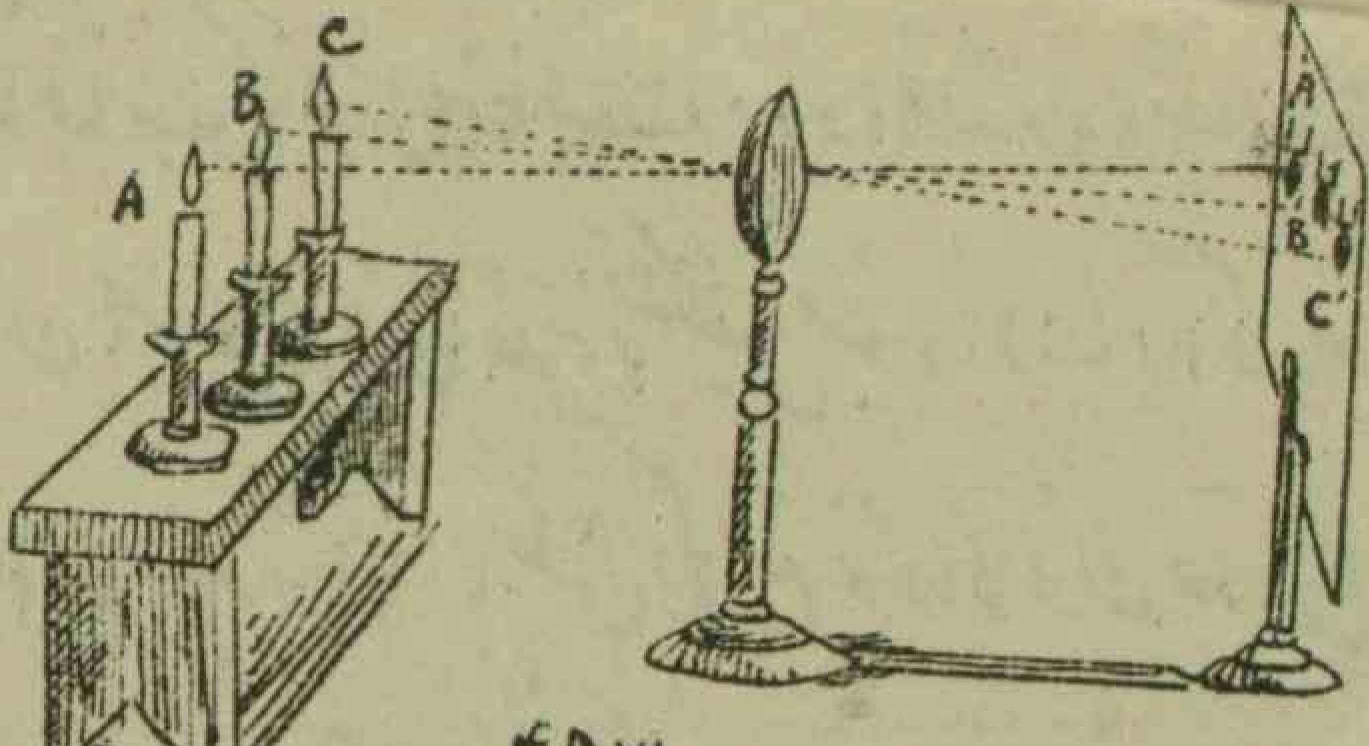


ش ۴۴

واز روی همین خاصیت است که فانوس های بحری Phare برای هدایت کشتی ها در شب معمول داشته اند بامعنی که در کنار ساحل و در روی مناره بلندی چراغ بسیار روشنی را در کانون عدسی قرار داده و اشعهٔ آن را پس از خروج از عدسی بسمت دریا متوجه میدارند

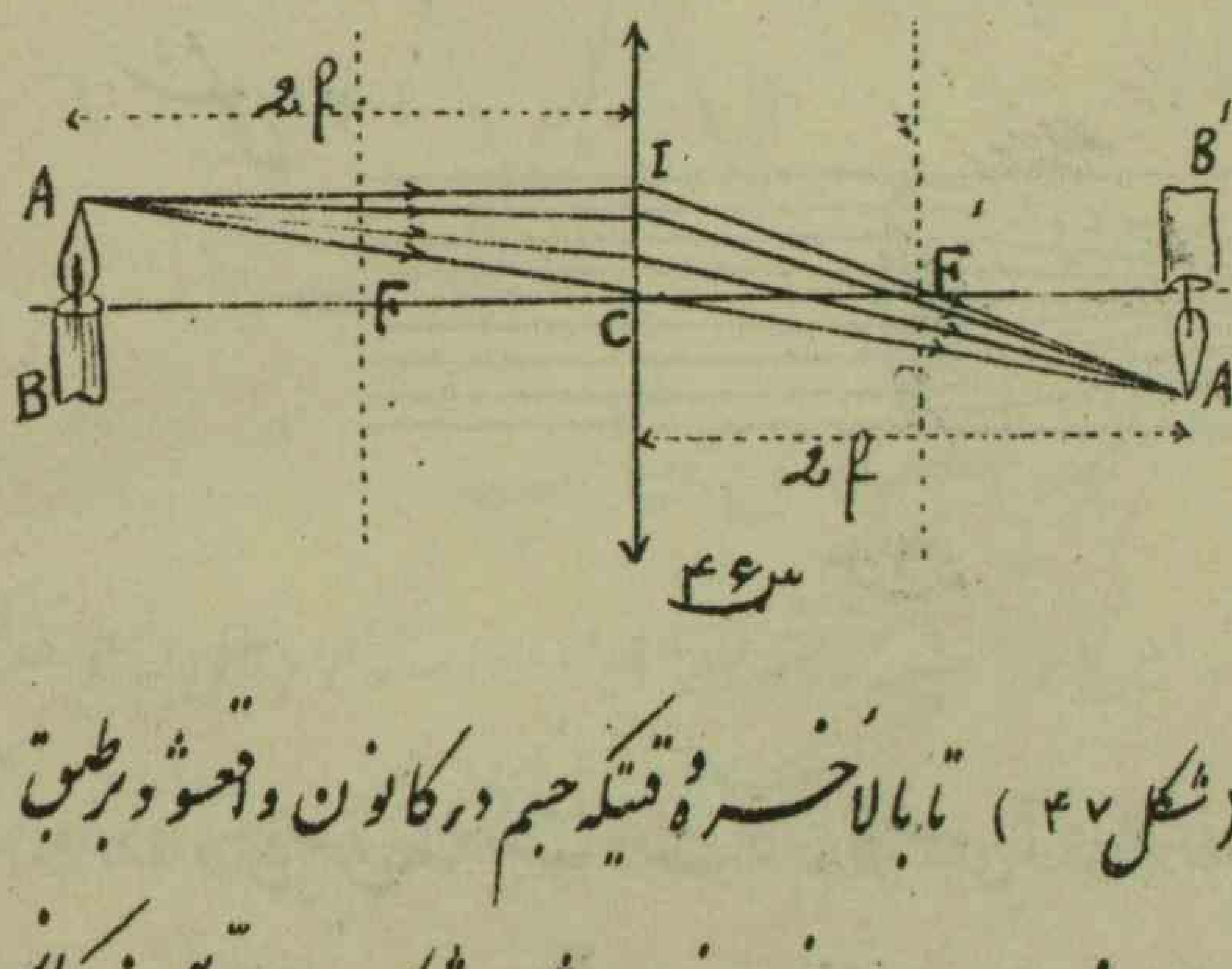
تصویر اشیاء در عدسیهای محدب

فرض کنیم جسم منیری دور از عدسی و عمود بر محور اصلی قرار گرفته باشد در این صورت اشعهٔ صادره از آن متوازیا بر عدسی تابیده و تصویر بسیار کوچک آن در کانو



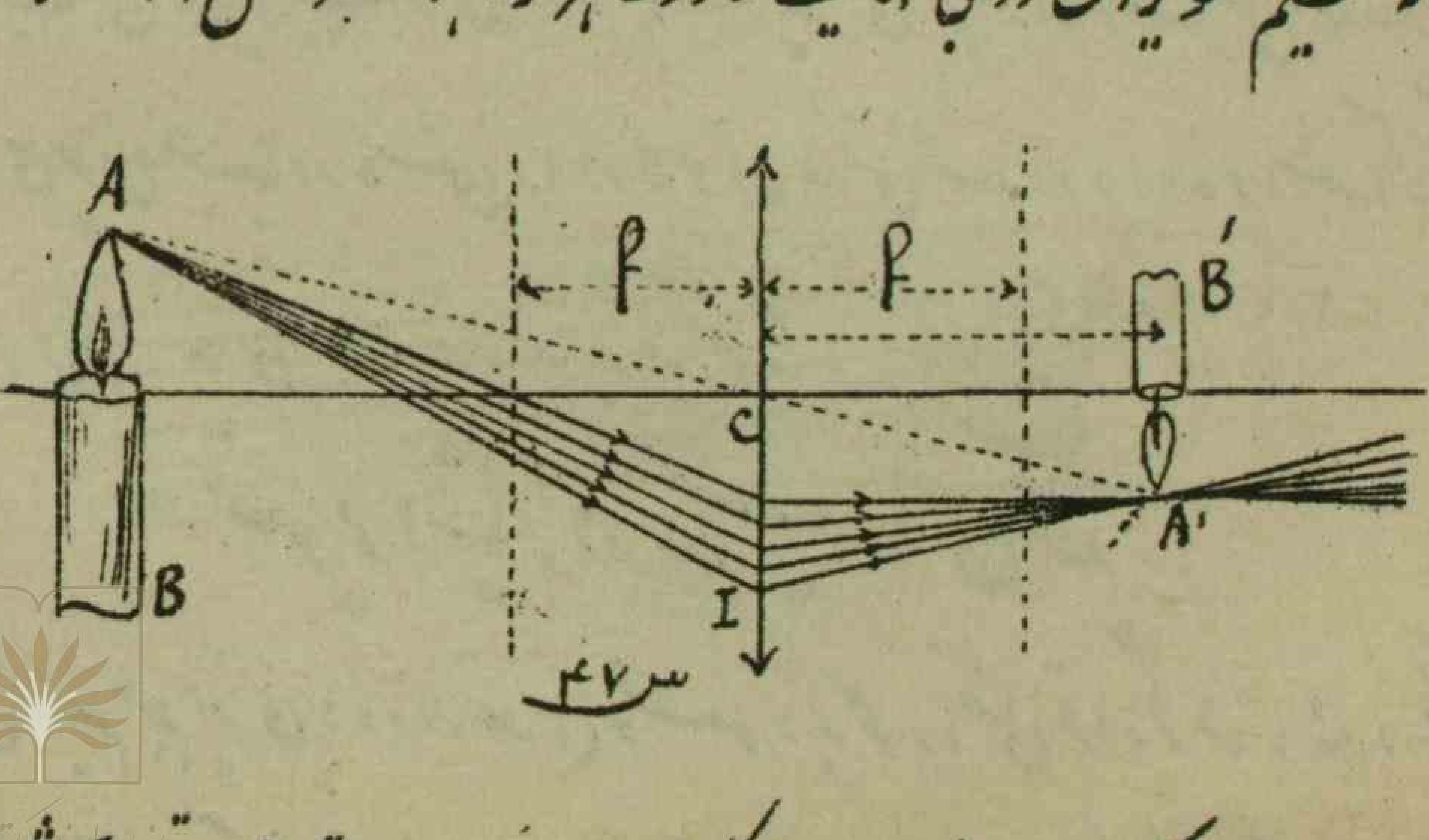
س ۴۵

تشکیل میشود ولی هر قدر
جسم منیر مزبور بکانون و
بنابراین بعدسی نزدیکتر
شود تصویر آن رفته رفته
بزرگتر شده و از کانون
دور میشود ولی همواره
حقیقی کوچکتر از جسم و
نسبت بعدسی بطور



س ۴۶

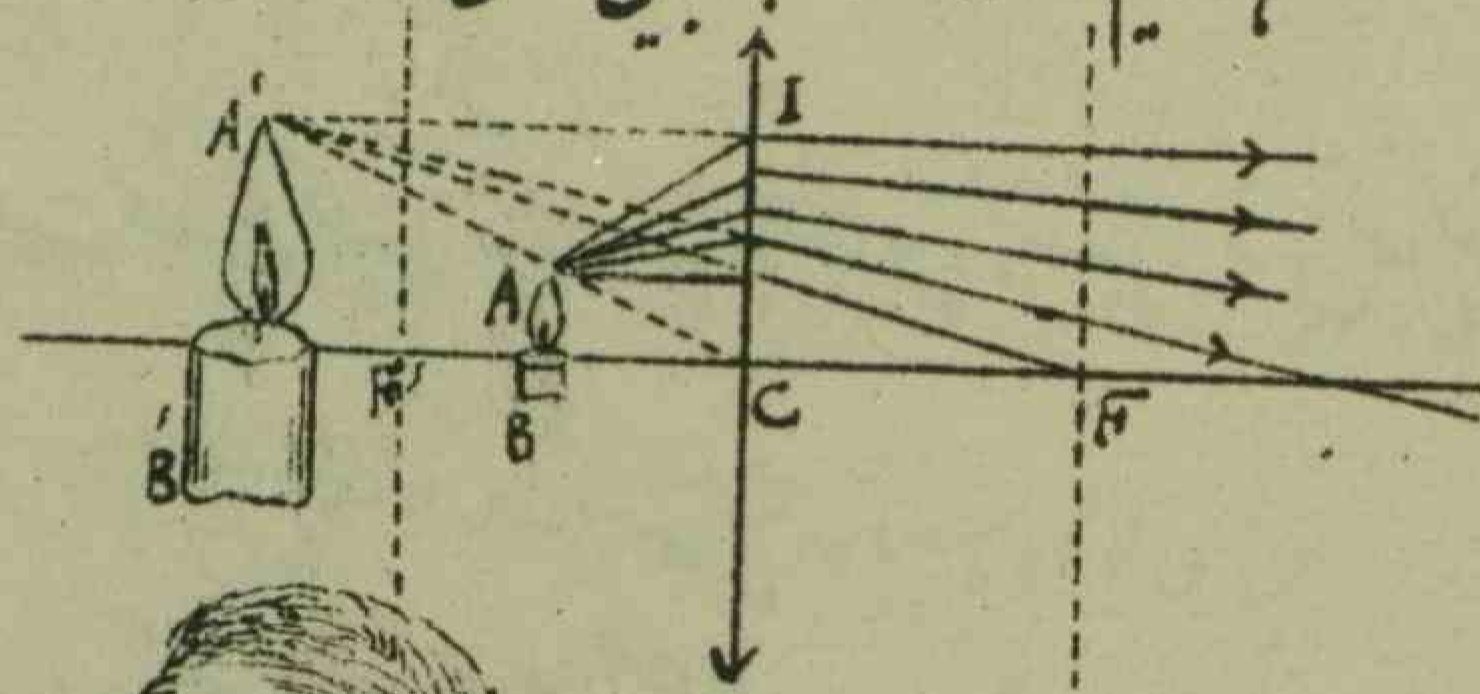
معکوس قرار میگیرد (شکل ۴۷) تا بالاخره وقتیکه جسم در کانون واقع شود بر طبق
آنچه که گفتیم تصویر آن در بی نهایت دور ظاهر خواهد شد (شکل ۴۴) اما همینکه از



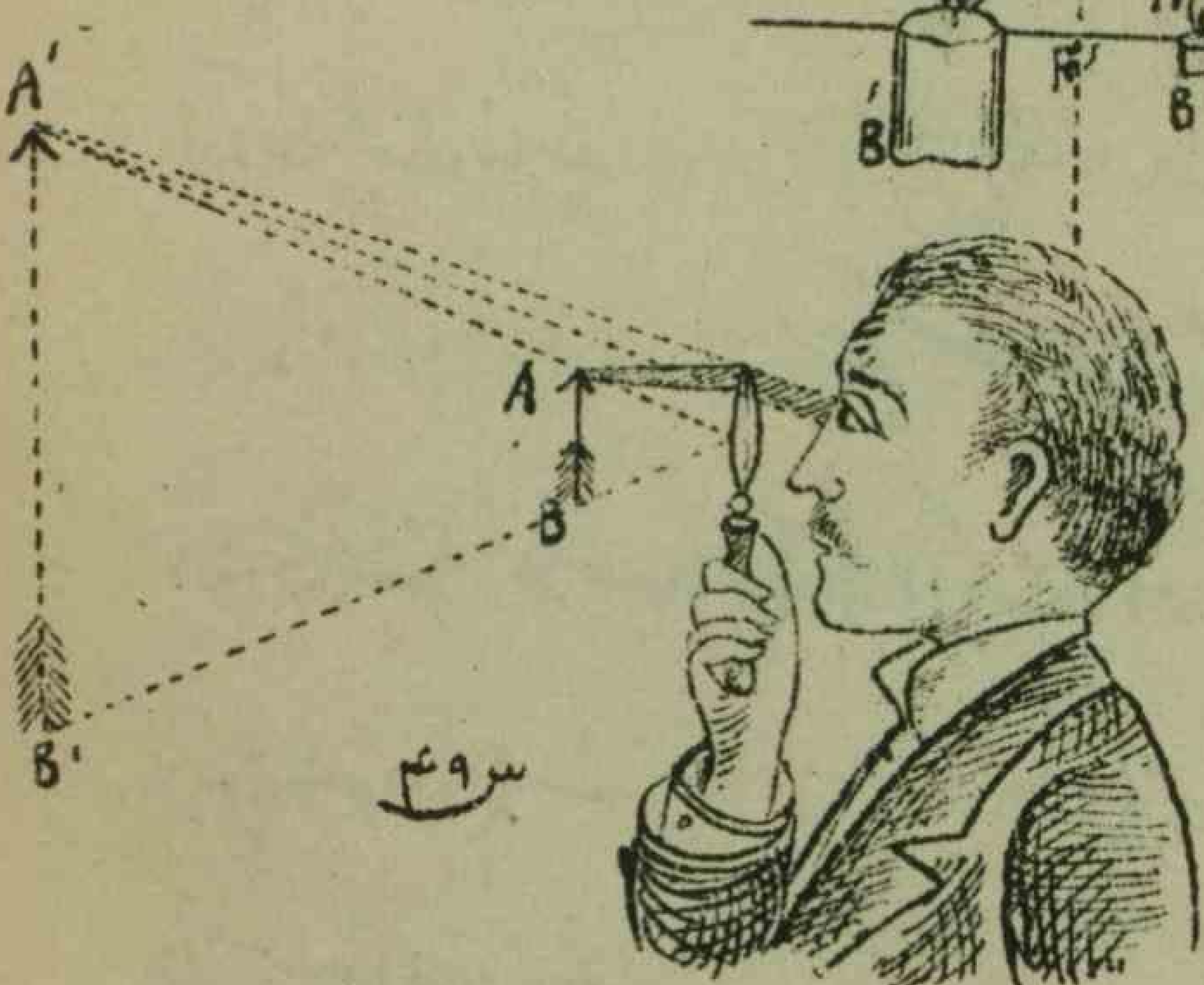
س ۴۷

از آن حد تجاوز کرده در فاصله بین کانون و عدسی واقع شود تصویرش مجازی

مستقیم و بزرگتر از شیئ خواهد بود چنانکه با ذره بین اگر بخواهیم حروف کتابرا بخوانیم برای آنکه حروف مزبور درشت تر بنظر برسند لازمست که ذره بین را طوری نگاهداریم که خطوط کتاب بین عدسی و کانون آن واقع شود (شکل ۴۸ و ۴۹)

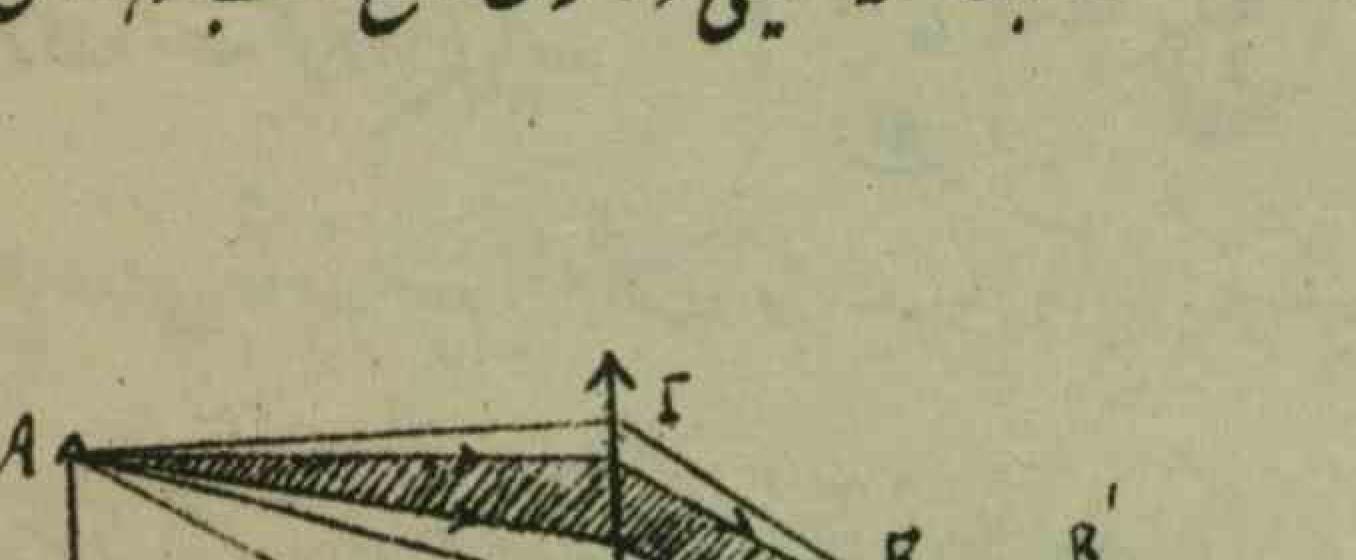


ش ۴۸



ش ۴۹

برای اینکه تصویر جسمی مثلاً AB راکه بفاصلهٔ معینی از کانون واقع است بطور هندسی ترسیم کرده باشیم : اولاً شعاع



ش ۵۰

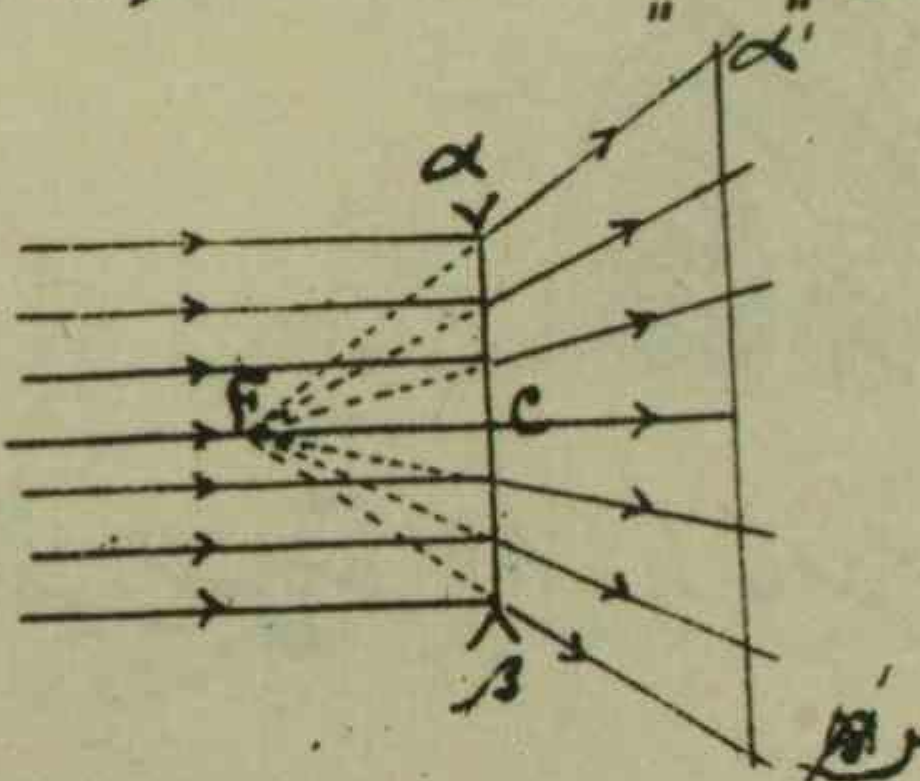
AI را موازی با محور اصلی رسم مینمائیم شعاع مزبور در نقطه I منکسر شده و در امتداد IF از کانون میگذرد ثانیاً شعاع AC یا محور فرعی راکه از مرکز ضوء C گذشته و بدون انحرافی خارج

میشود مرور دهیم دو شعاع AC و IF در نقطه مانند 'A تلاقی میکنند که همان تصویر A خواهد بود پس اگر از نقطه مزبور 'A عمود 'A'B را بر محور اصلی فرود آوریم تصویر AB بدست میآید. س ۵۵

برای ترسیم حالات مختلفه که قبلاً مذکور شد مطابق دستور فوق عمل نموده در آنها بحث نمائید.

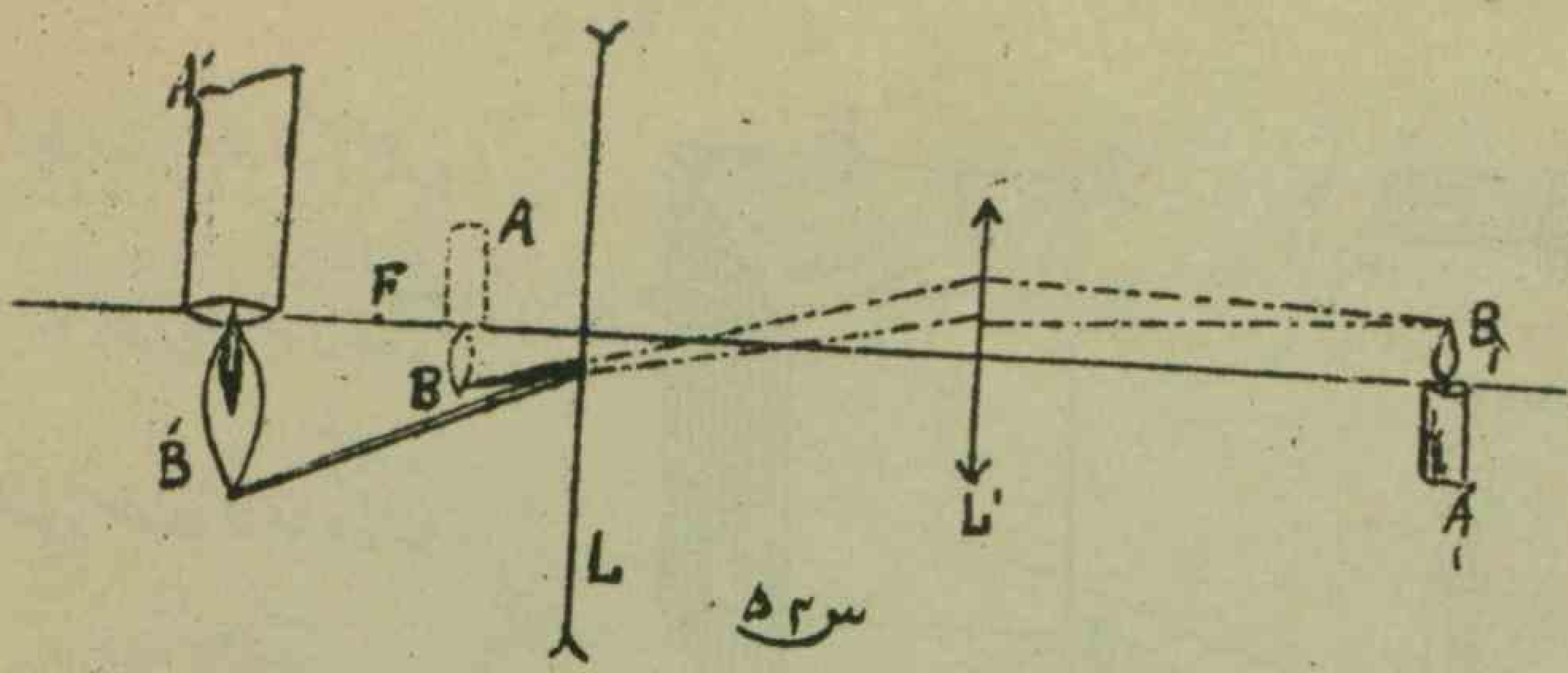
عدسیهای مقعر

این دسته از عدسیها نیز دارای یک یا دو مرکز انحنا، محور اصلی، محورهای فرعی و کانون میباشند



منتهی در اینجا چون اشعه بموازات محور اصلی بر سطح عدسی بتابند پس از انکسار و عبور از آن از یکدیگر دور شده و اگر آنها را امتداد دهیم در کانون نزدیک به شیئی یکدیگر را تلاقی خواهند کرد بنابراین کانون نشان مجازی است (شکل ۵۱)

تصاویری که از عدسیهای مقعر بدست میآید مجازی مستقیم و کوچکتر از جسم خواهد بود دیگر بجای شیئی تصویر مجازی شیئی دیگری در فاصله بین کانون و عدسی باشد



ش ۵۲

که در اینصورت تصویری که از آن بدست میآید حقیقی، مستقیم و بزرگتر خواهد بود و اینمسئله

در دوربین های نجومی بسیار اهمیت دارد (شکل ۵۲)

باید دانست که از روی قواعد و دستوراتیکه در سالهای بعد مبسوطاً ذکر خواهد

شد میتوان اندازهٔ حقیقی شیئی و اندازه تصویر، فاصله کانونی، فاصلهٔ شیئی از عدسی

وغیره را استخراج کرده در آنها بحث نمود.

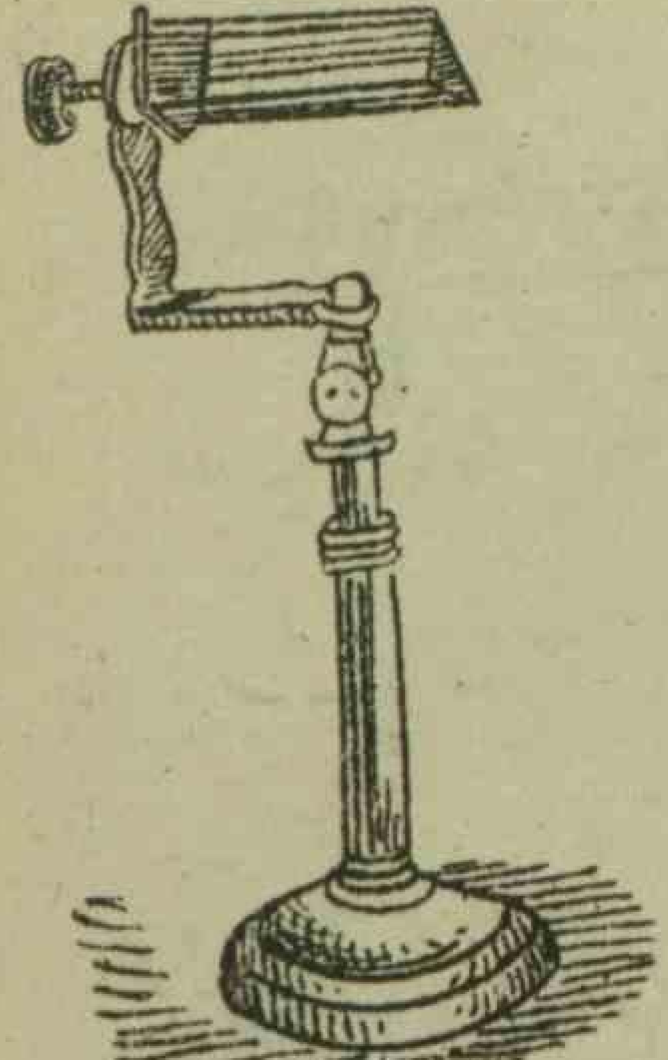
فصل پنجم

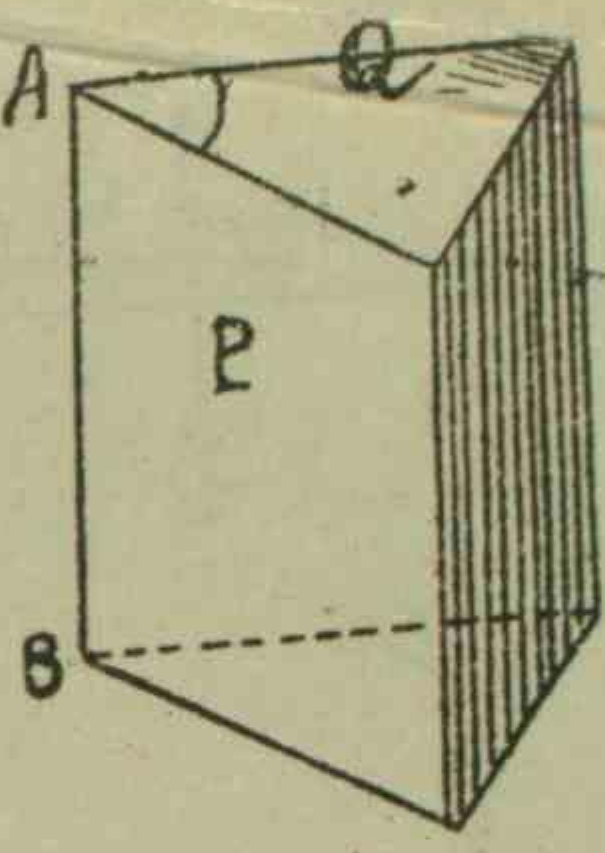
منشور — تجزیهٔ نور — طیف شمس

تعریف — در اصطلاح فزیک خاصه در مبحث نور هر جسم شفاف محدود بدو سطح

مستوی P و Q را که با یکدیگر تلاقی نموده و زاویهٔ دو سطحی AB را تشکیل داده

باشند منشور خوانند.





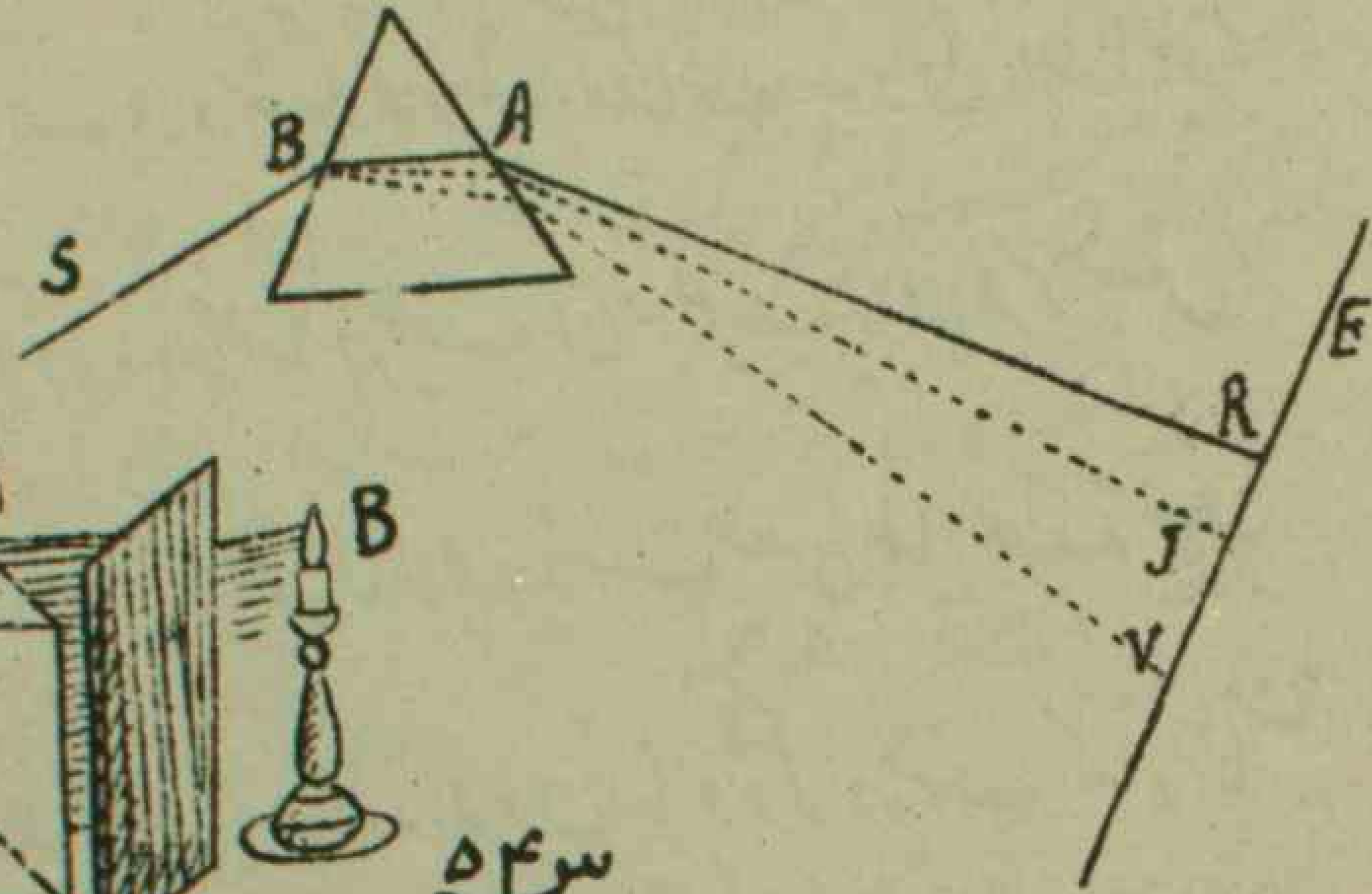
ش ۵۳

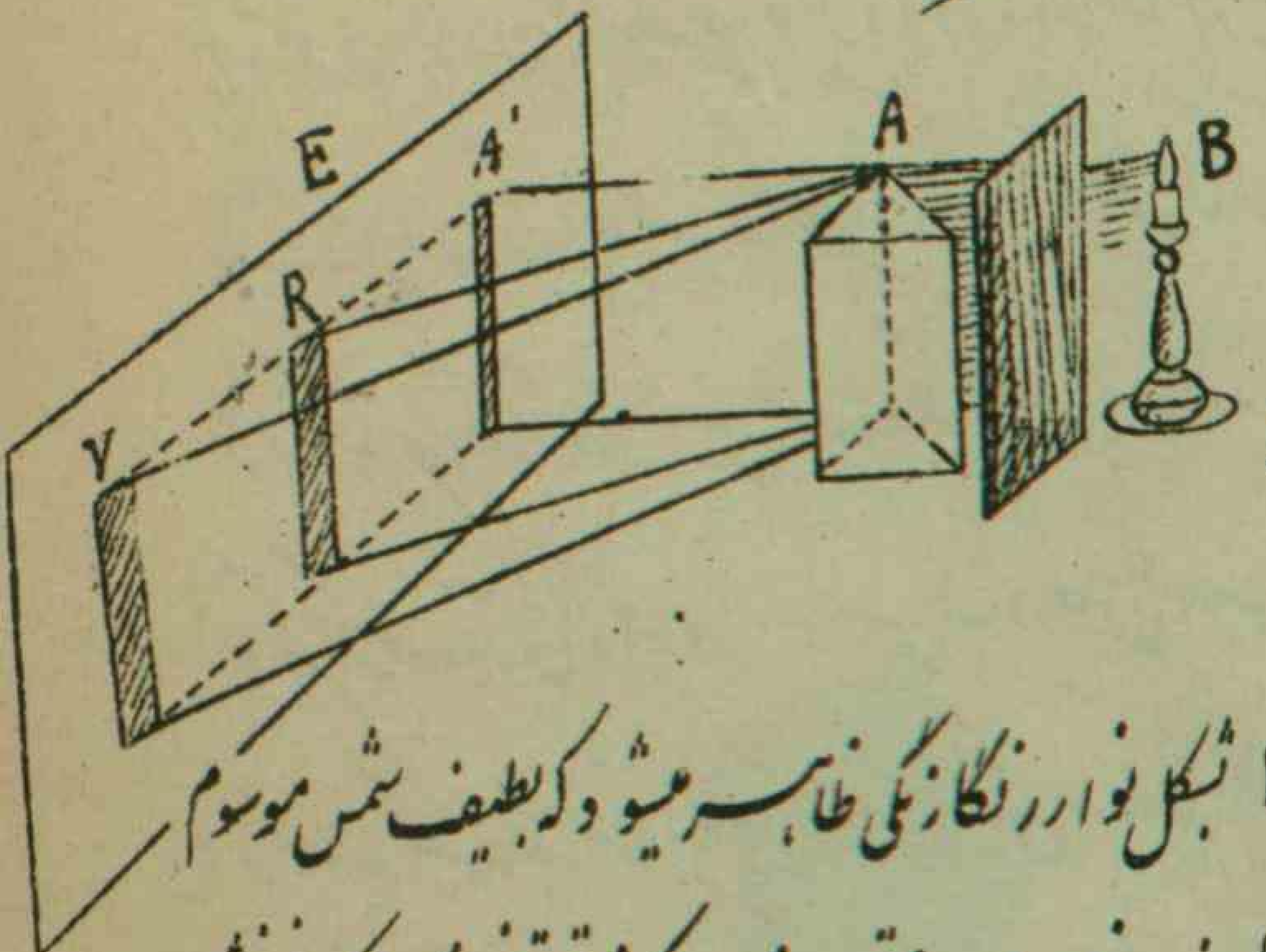
سطح مقابل بخط الرأس
AB راکه معمولاً حد ثالث
منشور است قاعدهٔ آن
دانسته و اغلب آنرا
بصورت سطح موازی با
خط الرأس منشور ظاهر میسازند. جسمی که بدینطریق مجسم میشود در هندسه آنرا «منشور مثلث القاعدهٔ قائم» خوانند (شکل ۵۳)

تجزیهٔ نور — چون شعاع آفتاب بر شیشه ملونی (مثلاً قرمز) تابیده از آن عبور کند همرنگ شیشه شده قرمز بنظر میرسد و هرگاه این شعاع قرمز را از منفذی عبور داده بر سطح منشوری وارد کنیم دیده میشود که شعاع مزبور پس از عبور از منشور بجای اینکه استقامت خود را پیموده در امتداد AA' سیر کند بسمت قاعده منشور منحرف شده امتداد AR را اختیار میکند (شکل ۵۴)

و چون بجای اشعهٔ قرمز با شعاع بنفشی تجربه را تکرار کنیم ملاحظه خواهیم کرد که انحراف آن بیش از انکسار شعاع قرمز بوده و بعبارهٔ اخری زاویهٔ A'AV بزرگتر از زاویهٔ A'AR خواهد بود (شکل ۵۴)

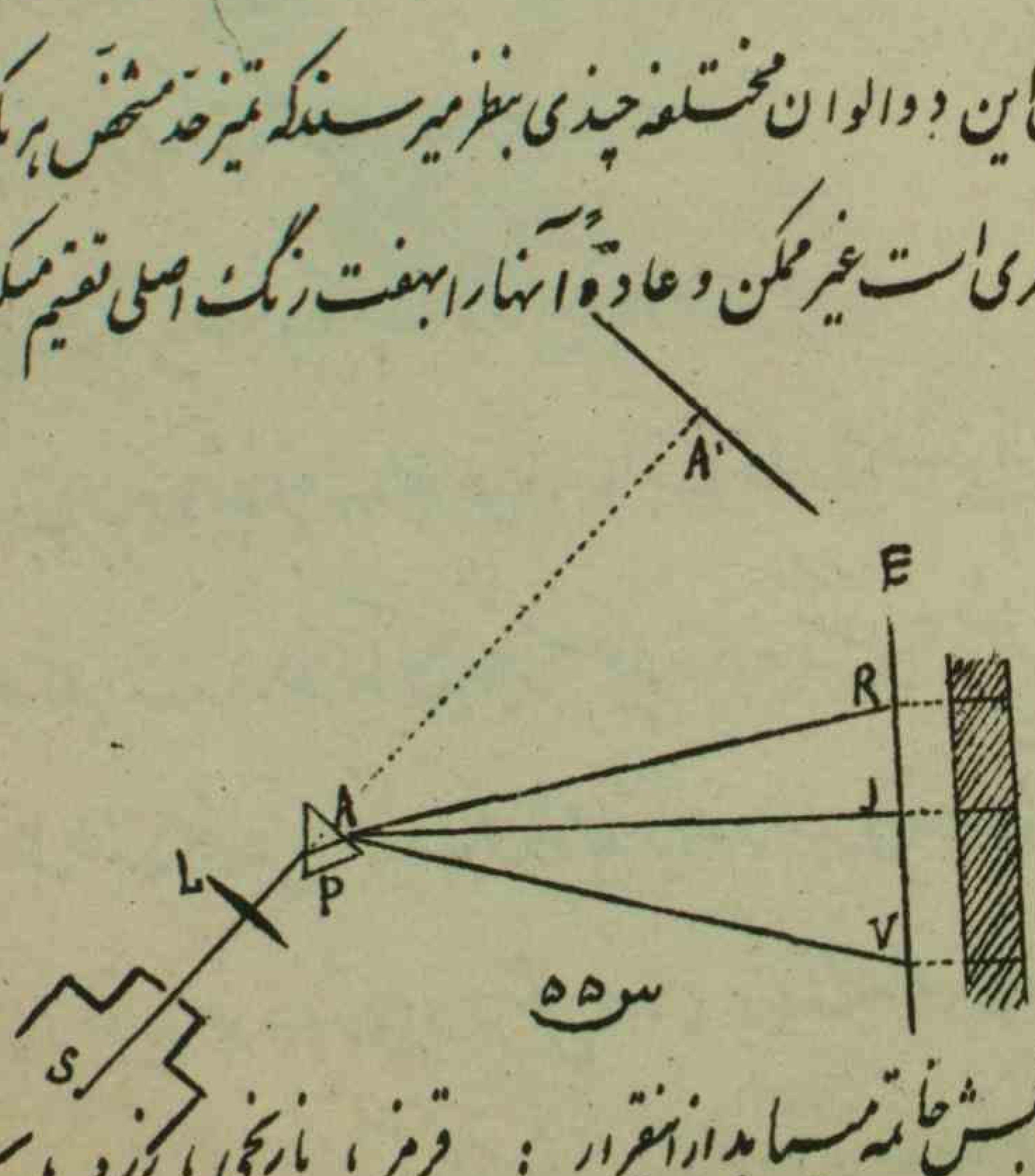
حالا اگر نور سفید آفتاب را مستقیماً بر منشور بلوری وارد کنیم پس از عبور از آن تجزیه شده





ش ٥٤

تصویرش در روی صفحه مانند E بشکل نوار رنگارنگی ظاهر میشود که بطیف شمس موسوم
است . در انتهای فوقانی طیف مزبور لون قرمز و در کنار تحتانیش رنگ بنفش
و در بین این دو الوان مختلفه چندی بنظر میرسند که تمیز حد مشخص هر یک از آنها از دو رنگ
مجاور امری است غیر ممکن و عادةً آنها را بهفت رنگ اصلی تقسیم میکنند که همیشه از قرمز



ش ٥٥

شروع و به بنفش خاتمه مییابد از اینقرار : قرمز ، نارنجی ، زرد ، سبز ، آبی ،

نیلی - بنفش (شکل ۵۵)

نیوتن دانشمند انگلیسی با ملاحظه و دقت در اینکه نور سفید آفتاب بدون واسطه هیچگونه

شیشه ملونی الوان مختلفه را بوجود آورده وضمناً در طیف آن موقعیت لون قرمز و بنفش و

درجه انحراف آنها همانست که در تجربه سابق الذکر بوده است چنین اظهار عقیده میکند

که نور سفید اصلاً نور بسیطی نیست بلکه ترکیبی است از الوان ساده که درجه انکسارشان

با یکدیگر فرق دارد وبهمین جهة در حین عبور از منشور از یکدیگر دور شده سبب تجزیه

نور سفید میگردند مثلاً انکسار شعاع بنفش در طیف شمس از سایر الوان بیشتر است و هرچه از

وهرچه از آن دور شده بقرمز نزدیکتر شویم درجهٔ انکسارشان بترتیب کم شده و

بالاخره شعاع قرمز از همه کمتر انکسار پیدا میکند

نیوتن برای اثبات نظریه خود بتجربه ذیل پرداخت :

اولاً یکی از اشعه ساده مثلاً قرمز را بطریقی که سابقاً مذکور داشتیم از منشوری عبور

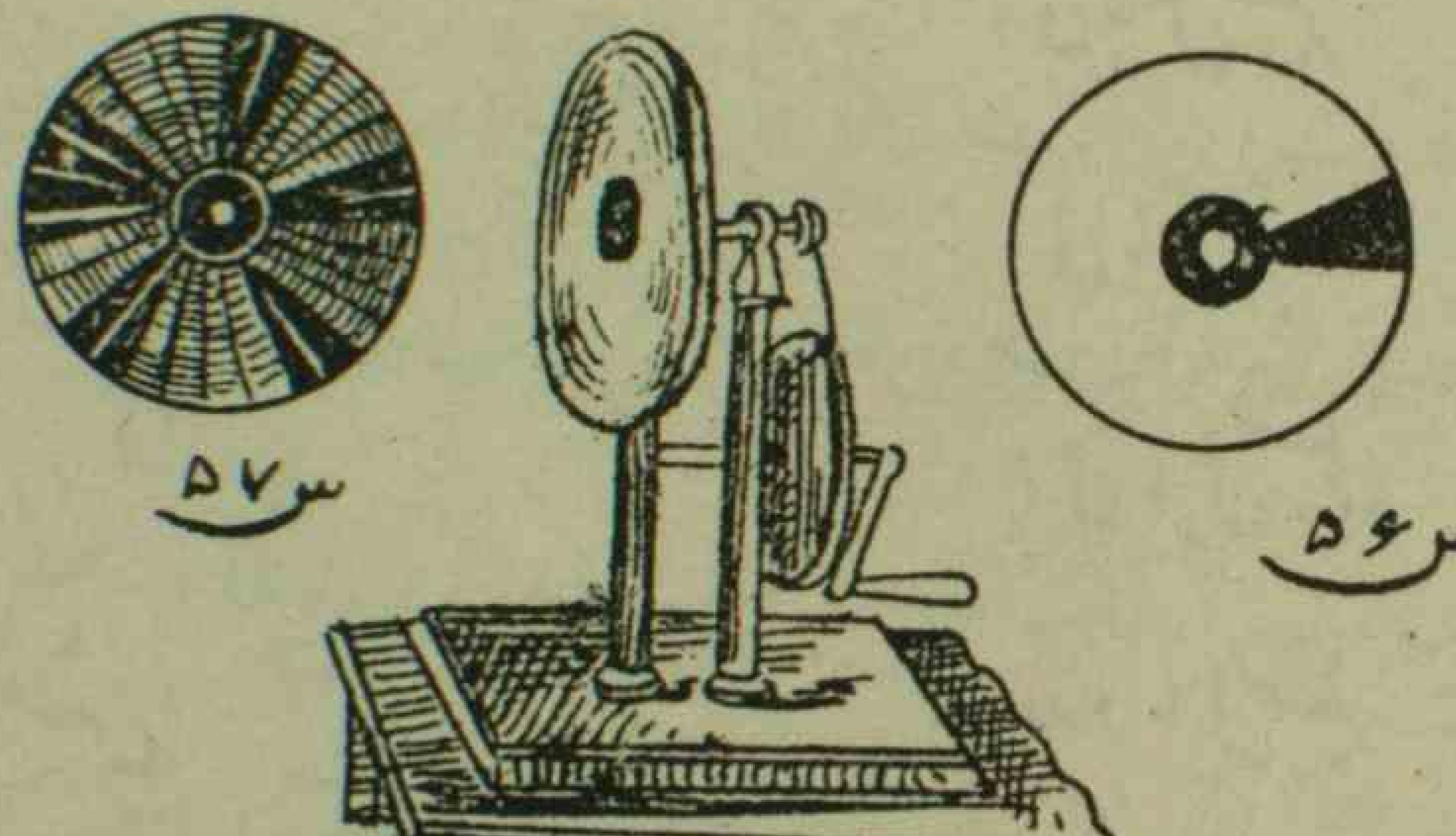
داده و دید که جز انحراف در خط سیر آن دیگر هیچگونه تجزیه و تفکیکی در شعاع مزبور بعمل نمیاید

ثانیاً الوان مختلفه طیف شمس را ترکیب کرده مجدداً نور سفیدی بدست آورد و برای

انجام این مقصود قطاع صفحه مدوری را (شکل ۵۶) برنگ قرمز ملون ساخته و صفحه را

با حرکت سریعی بدور میله که از مرکز آن گذشته باشد بچرخانیم تمام قرص مزبور در حین

چرخیدن قرمز بنظر میرسند زیرا برای رویت اشیاء لازم است که تصویر آنها اقلاً عشر ثانیه در شبکیه چشم دوام داشته باشد تا بتواند آن را متأثر سازد و چون در این تجربه سرعت صفحه باندازه ایست که هنوز اثر تصویر اولی قطاع قرمز از چشم محو نشده که تصویر ثانی آن در شبکیه تشکیل میشود لذا تمام صفحه قرمز دیده میشود حال اگر صفحه را بر طبق الوان طیف شمس رنگین کنیم (شکل ۵۷) مطابق آنچه که گفتیم هیچیک از الوان آن نمیتوانند



ش ۵۷ ش ۵۶

به تنهائی چشم را متأثر ساخته و از سایر الوان تشخیص داده شوند بنابرین با یکدیگر ترکیب شده سفید بنظر میرسند و همچنین اگر الوان طیف شمس را بر عدسی محدبی وارد کنیم در کانون آن لکه سفید روشنی تشکیل میشود که از مجموع تصاویر الوان ساده طیف مزبور بوجود آمده است .

الوان مکمل Couleurs complémentaires — مدتها براین عقیده بودند

که فقط ترکیب مجموع الوان طیف شمس با یکدیگر رنگ سفید را بوجود میآورد ولی بعدها
تحقیقات فن هلملتز Von Helmoltz دانشمند آلمانی معلوم داشت که
هرگاه دو رنگ ساده به نسبت معینی با یکدیگر ترکیب شوند تولید رنگ سفید میشود بنا
براین وقتیکه از ترکیب دو رنگ تولید رنگ سفید شود آن دو رنگ را مکمل یکدیگر
خوانند مثلاً

قرمز	با	آبی مایل بسبز
نارنجی		آبی مایل بزرد
زرد		آبی مایل بنیلی
بنفش		زرد مایل بسبز

بطوریکه از الوان ساده طیف شمس فقط رنگ سبز را باید مستثنی داشت زیرا مکمل آن
رنگ ساده نبوده بلکه ترکیبی است از قرمز و بنفش که باسم ارغوانی خوانده میشود
همچنین میتوان الوان دیگری را از ترکیب و اختلاط رنگهای ساده بدست آورد مثلاً

بنفش و قرمز	تولید	ارغوانی میکند .
زرد و بنفش	«	سرخ «
سبز و بنفش	«	آبی کمرنگ «

ولی باید دانست که چشم ما به تنهائی برای تمیز الوان ساده و مرکب و تشخیص عناصر مرکبه آنها
کفایت نمیکند بلکه برای تجزیه و تفکیک آنها محتاج بمنشور میباشیم

اما **رنگ اجسام** مربوط به نوریست که بر آنها میتابد چنانکه اجسام شفاف برنگ
آنهائی هستند که تمام الوان مرکبه نور سفید از آنها عبور کرده و هیچیک جذب نمیشوند
و بالعکس اگر نور سفید آفتاب از جسم شفاف رنگین عبور کند بعضی از الوان مرکبه آن
جذب شده و برخی دیگر که مکمل دسته اولند از آن عبور کرده بچشم میرسند بنابراین
جسم همیشه برنگ این اشعه دیده میشود مثلاً از شیشه قرمز فقط شعاع ساده قرمز نور آفتاب
میتواند عبور کند و بقیه الوان طیف شمس جذب آن میشوند.

رنگ اجسام کدر از این نتیجه میشود که اجسام مزبوره تمام یا بعضی الوان مرکبه نور سفید
را دفع یا جذب میکنند باینمعنی که اگر جسمی مجموع الوان طیف شمس را دفع کرده
منعکس سازد سفید بنظر میرسد و چنانچه تمام آنها را جذب کند برنگ سیاه جلوه مینماید
و هرگاه بعضی از الوان نور سفید را جذب و اشعه مکمل آنها را منعکس نماید جسم مزبور
برنگ اشعه منعکسه خواهد بود مثلاً اشیاء سبز رنگ آنهائی هستند که تمام الوان طیف شمس را
جذب کرده فقط رنگ سبز را منعکس میسازند.

پس از استقرار اگر شعاع ملونی که بر جسم رنگینی میتابد از جنس اشعه باشد که آن جسم

بخود جذب میکند چشم مزبور برنگ سیاه جلوه خواهد کرد مثلا هرگاه اشیاء سبز رنگ
درمعرض تابش اشعه قرمز قرار گیرند سیاه بنظر میرسند و بالعکس و همچنین اگر دو قطعه
شیشه قرمز و سبز را روی هم بگذاریم مجموعشان رنگ سیاهی بخود میگیرد و نیز اگر از عقب
شیشه قرمز رنگی اشیاء خارج را تماشا کنیم اشیاء قرمز و سفید قرمز دیده شده و سایرین
سیاه جلوه میکنند .

ضمناً باید در نظر داشت که نسبت الوان ساده که نور آفتاب ، شعله چراغ ، شعاع
شمع ، اشعه الکتریک را ترکیب میکنند یکی نبوده و بهمین جهة رنگ اشیاء برحسب آنکه در مقابل
نور آفتاب و یا در معرض روشنائی چراغ و غیره قرار گیرند فرق میکند .

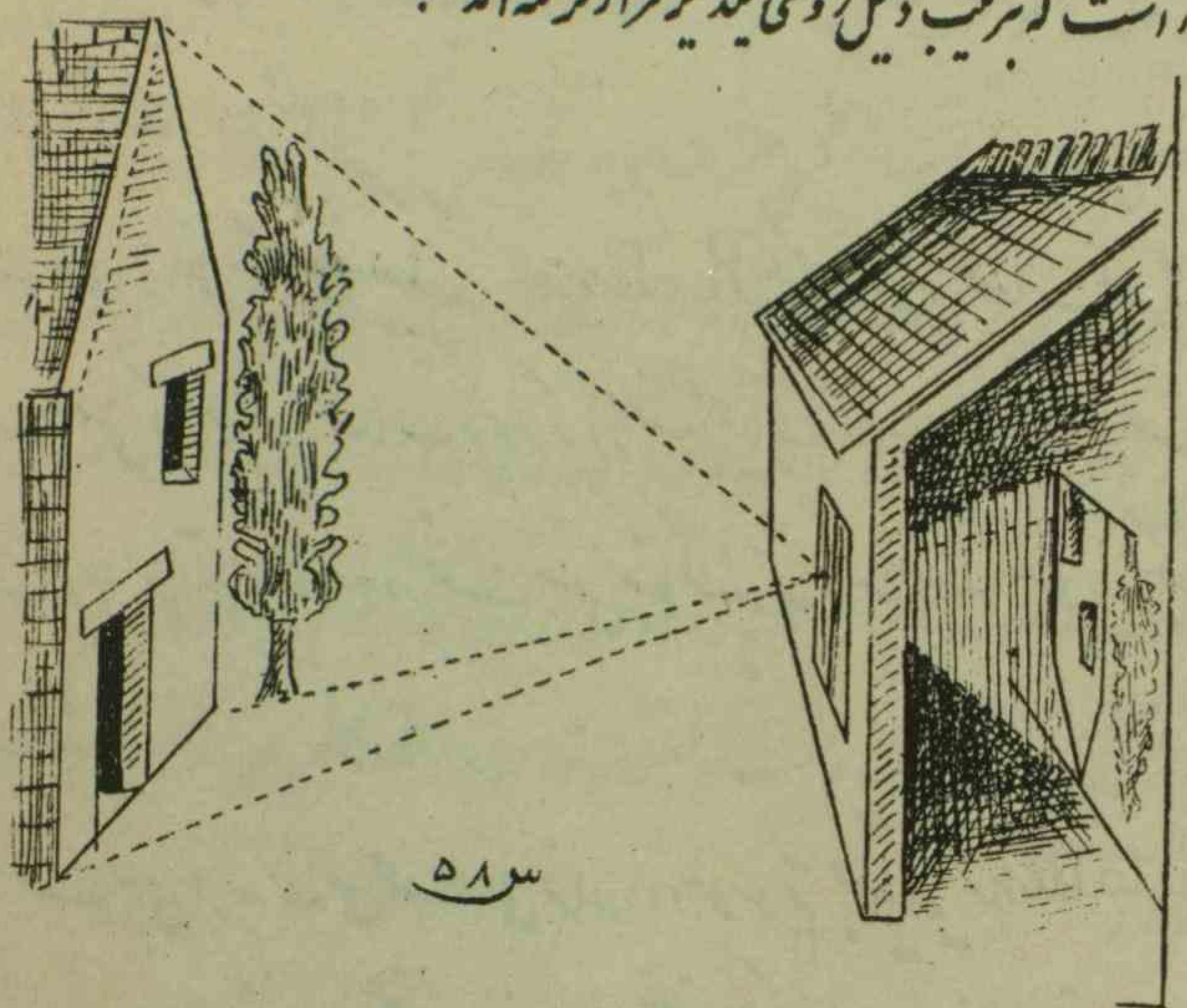
فصل ششم

چشم - ابصار

چون دسته از اشعه نور از منفذ بسیار کوچکی وارد اطاق تاریکی شوند در دیوار مقابل
لکه روشنی را بوجود آورده و اگر جسمی مانند A B C در مقابل منفذ مزبور واقع
باشد تصویر معکوس آن A'B'C' بدست میآید (شکل ۵۸)

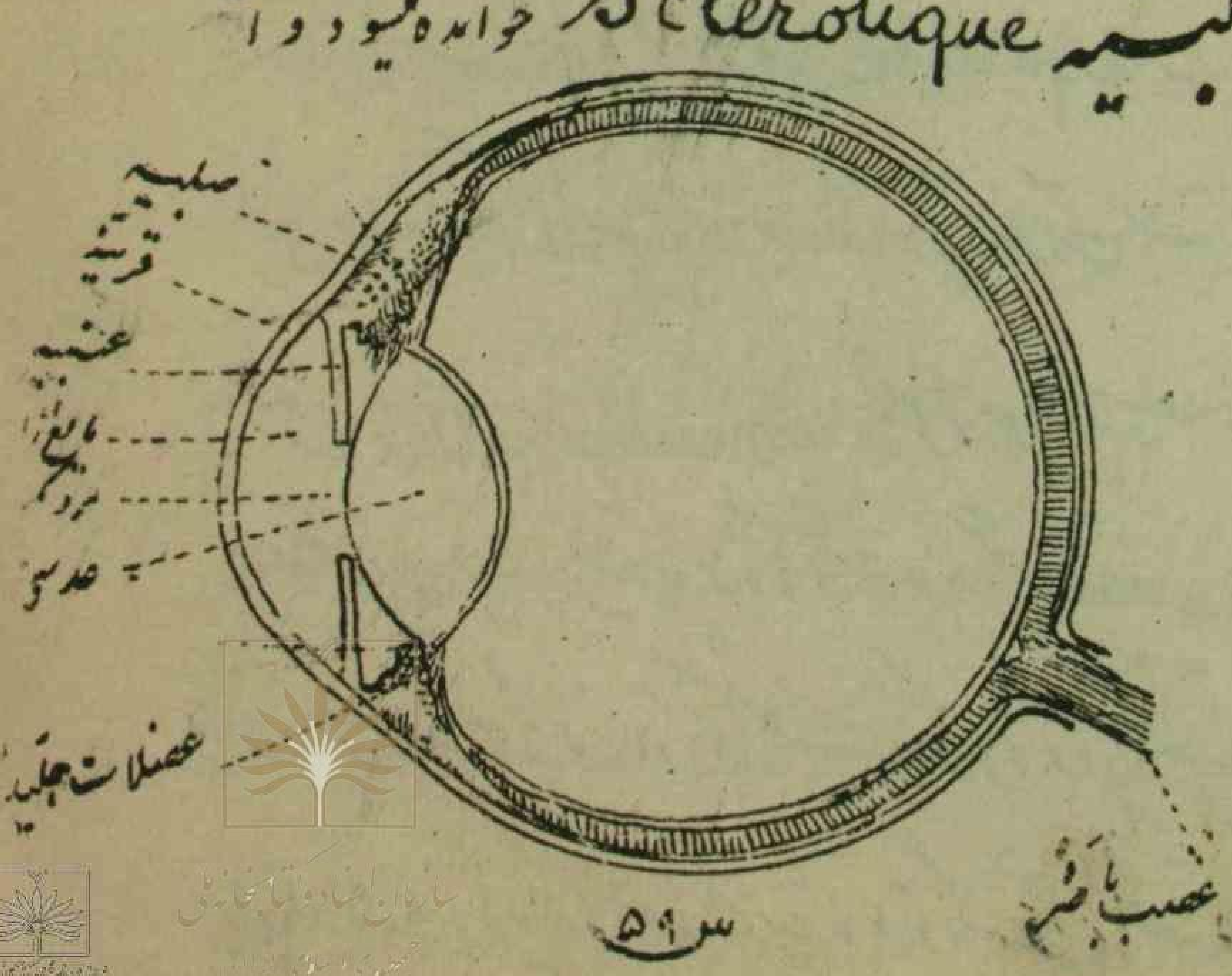
چشم انسان هم بمنزله اطاق تاریکی است که در آن تصاویر بسیار کوچک اشیاء خارجی

در جدار خلفی آن تشکیل شده بوسیله اعصاب باصره درک میشوند جدار چشم مرکب از سه
غشاء است که بترتیب ذیل روی یکدیگر قرار گرفته اند :



س ۵۸

۱ـ غشاء خارجی که باسم صُلبیّه Sclérotique خوانده میشود و آن



س ۵۹

عبارت از غشائی است
سفید رنگ که تا اندازه صلابت
داشته و نور از آن عبور نمیکند
(در اصطلاح عامه آن را سفیدی
چشم گویند) غشاء مزبور در قسمت

قدام خود شفاف شده به قرنیه Cornée transparente موسوم است

۲- غشاء وسطی یا مشیمیه Choroide که انشعابات عروق دموی چشم در آن زیاد است . (شکل ۵۹)

۳- غشاء داخلی یا شبکیه Rétine که از مجموع اعصاب باصره بوجود آمده است یا بمعنی که رشته اعصاب مزبور که از مغز میآید بتوسط سوراخی که در عقب چشم است داخل در آن شده در قسمت خلفی منبسط گشته جدار حساس چشم را تشکیل میدهند .

در قسمت خلفی قرنیه عدسی محدب قرار داد موسوم به جلیدیه Cristallin که فضای داخل چشم را به دو قسمت نامساوی تقسیم میکند : فضای قدامی مملو از مایعی است موسوم به زلالیه Humeur aqueuse و قسمت خلفی ممتلی از مایع دیگری است که درجه انکسار نور در آن بیشتر بوده و بمایع زجاجیه که Humeur vitrée موسوم است .

در فاصله بین قرنیه و جلیدیه پرده ایست موسوم به عنبیه Iris و دارای سوراخی است که نور از آنجا عبور کرده وارد چشم میشود سوراخ مزبور بر حسب کمی یا زیادی نور کوچک و بزرگ شده بمردمک چشم Pupille موسوم میباشد

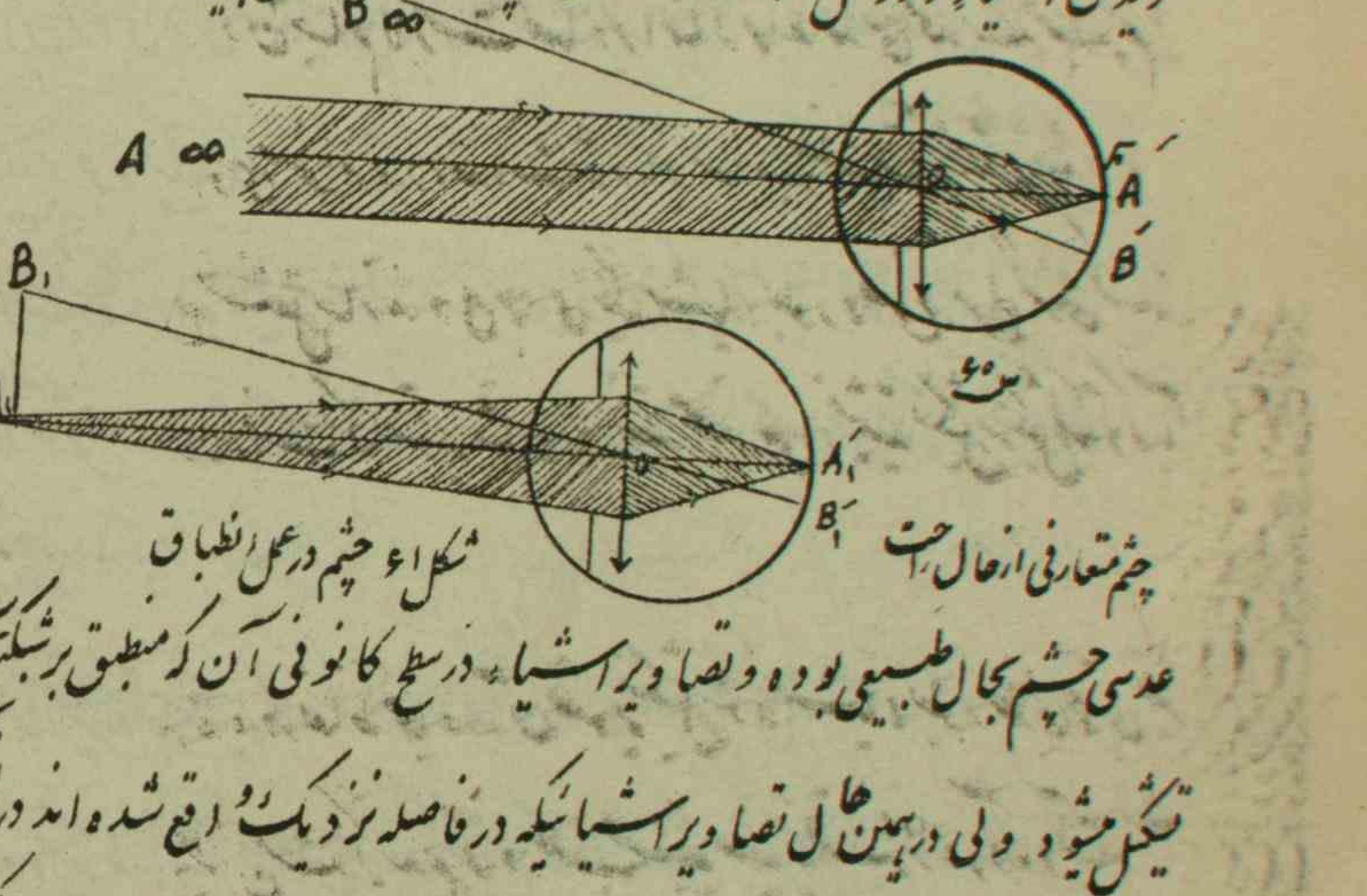
(شکل ٥٩)

کیفیت رؤیت اجسام — سابقاً گفتیم که اعصاب باصره از مغز آمده و در تمام جدار خلفی منبسط شده، تشکیل صفحه حساسی را میدهد

بنابراین برای مرئی شدن اجسام لازمست تصاویر آنها که توسط عدسی محدب چشم یا جلیدیه بوجود میآید در روی صفحه مزبور احداث شود تا اعصاب حساسه متأثر شده، تأثرات خود را بدماغ منتقل سازند ولی برای اینکه اشیاء بطور وضوح مرئی گشته کاملاً تشخیص داده شوند لازمست که تصویرشان در نقطه مخصوصی از مشیمیه تشکیل شود که بنام نقطه زرد

خوانده میشود و هر گاه در نقاط مجاور آن تصویر تشکیل شود اشیاء بطور خوبی تمیز داده نمیشوند. همچنین متذکر شدیم که در عقب عنبیه جلیدیه قرار دارد و آن عبارت از عدسی محدبی است که انحناء سطح خلفی آن از انحناء سطح قدامی بیشتر است بنا بر این تصاویر حقیقی، معکوس و کوچکتر از جسم در سطح کانونی چشم که در چشمهای سالم بر شبکیه منطبق است تشکیل میشود ولی باید دانست که همیشه فاصله تصاویر آنها نسبت بعدسی ثابت نمانده کم و زیاد میشود. پس اگر تحدب عدسی نور همیشه ثابت مانده و تغییری در آن داده نمیشد لازم میآمد که فقط تصاویر اشیائیکه در فاصله معینی از

چشم قرار دارند در روی شبکیه تشکیل شده مرئی شوند و چشم از دیدن سایر اشیاء محروم بماند . برای رفع این محظور عدسی چشم بواسطه عضلاتی چند که بدان متصل اند سطح انحناء خود را تغییر داده از این رو کانون آن نزدیک یا دور میشود مثلاً در موقع دیدن اشیاء دور مثل ماه و ستارگان و آنچه که فاصله اش بیش از ۵۰ متر باشد



چشم متعارفی از حال راحت

شکل ۱۶ چشم در عمل انطباق

عدسی چشم بحال طبیعی بوده و تصاویر اشیاء در سطح کانونی آن که منطبق بر شبکیه است تشکیل میشود ولی در همین حال تصاویر اشیائیکه در فاصله نزدیک واقع شده اند در اطراف کانون یا شبکیه تشکیل شده مرئی نخواهند شد لذا برای رؤیت اشیاء نزدیک عدسی چشم برحسب دوری و نزدیکی آن اشیاء کم و بیش از تحدب خود کاسته و با بوسیله کانونی کمتر شده و تصویر اشیاء باز در روی شبکیه تشکیل میشود .

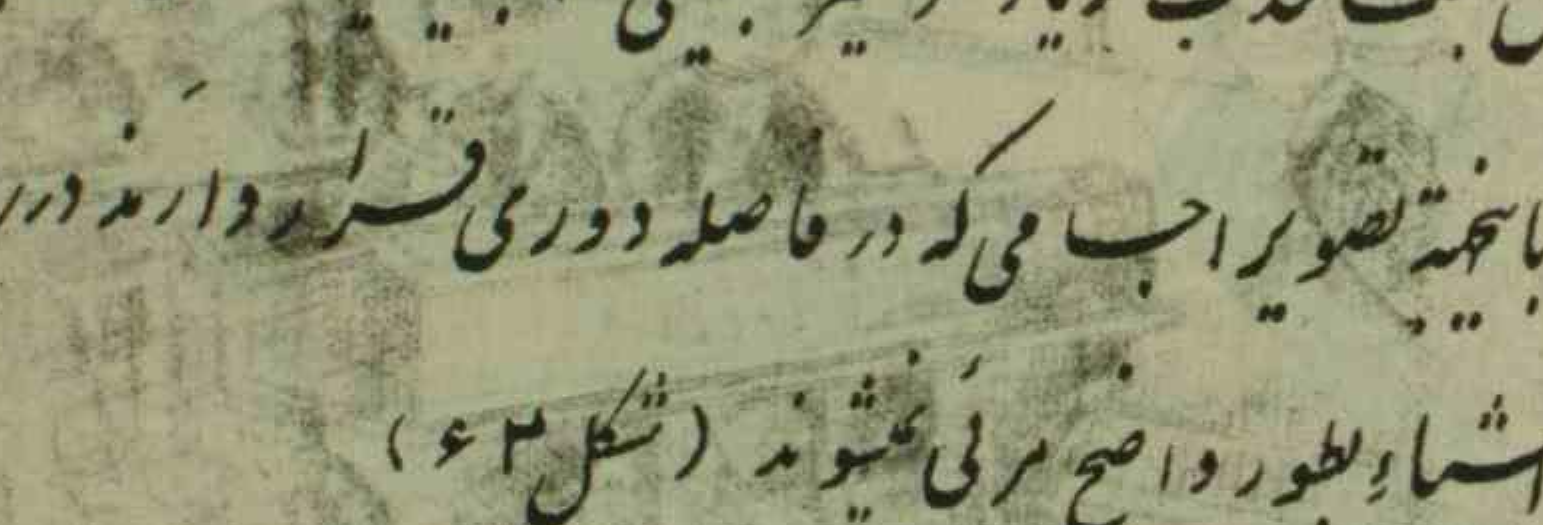
انطباق یعنی ازدیاد و نقصان تحدب جلیدیه برای رؤیت اشیاء دور یا نزدیک

و بفرانسه Accomodation گویند .

ولی باید دانست که عمل انطباق جلیدیه تا درجه محدود است بطوریکه چشمهای بی عیب هم اشیائی را که در فاصله بسیار دور و یا خیلی نزدیک (کمتر از ۱۵ سانتیمتر) واقع باشند کاملاً تمیز نمیدهند .

امراض متعارفی چشم

نزدیک بینی - Myopie گفتیم که چشم انسان بمنزله عدسی محدبی است که در موقع رویت اشیاء دور تصویر اجسام در سطح کانونی آن که در چشمهای سالم بر شبکیه منطبق است تشکیل شده و اعصاب باصره را متأثر میسازد ولی در بعضی اشخاص بعلت تحدب زیاد (غیر طبیعی) جلیدیه کانون آن جلوتر از شبکیه واقع شده و بانتیجه تصویر اجسامی که در فاصله دوری قرار دارند در روی شبکیه تشکیل نشده و اشیاء بطور واضح مرئی نمیشوند (شکل ۶۲)



شکل ۶۲ چشم نزدیک بین در راحت

و چنانچه فاصله اشیاء نسبت بچشم کم شده و بآن نزدیکتر شوند تصویرشان از عدسی

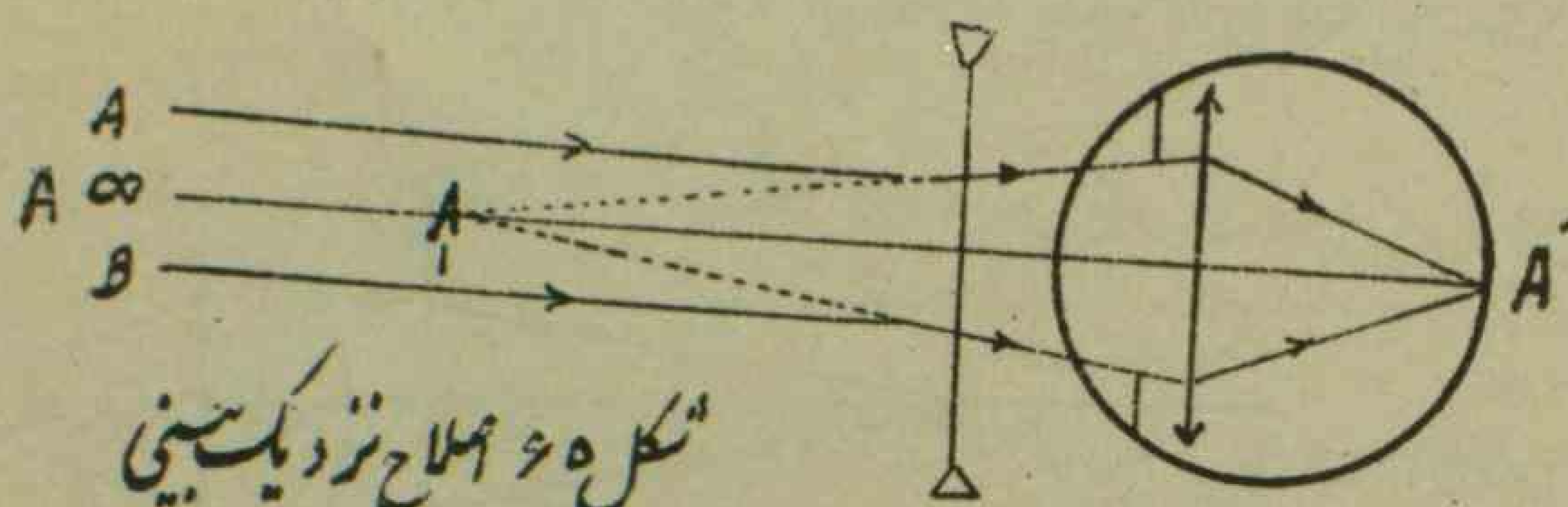
دور شده بشبکیه نزدیکتر میگردد تا بالاخره بر آن منطبق گشته درینصورت اجسام
منظوره بطور واضح دیده میشوند . این اشخاص را نزدیک بین گویند زیرا از دور اشیاء را
بخوبی تمیز نداده در موقع رؤیت اشیاء نزدیک هم بیشتر از حد معمول آنها را بچشم
نزدیک میآورند (اشخاص نزدیک بین بدون هیچگونه زحمت و مشقتی
در فاصله ۱۲ تا ۱۰ سانتیمتر را تشخیص میدهند در صورتیکه چشم سالم بزحمت میتواند فاصله
کمتر از ۳۰ الی ۲۵ سانتیمتر را تمیز بدهد .



شکل ۵۵

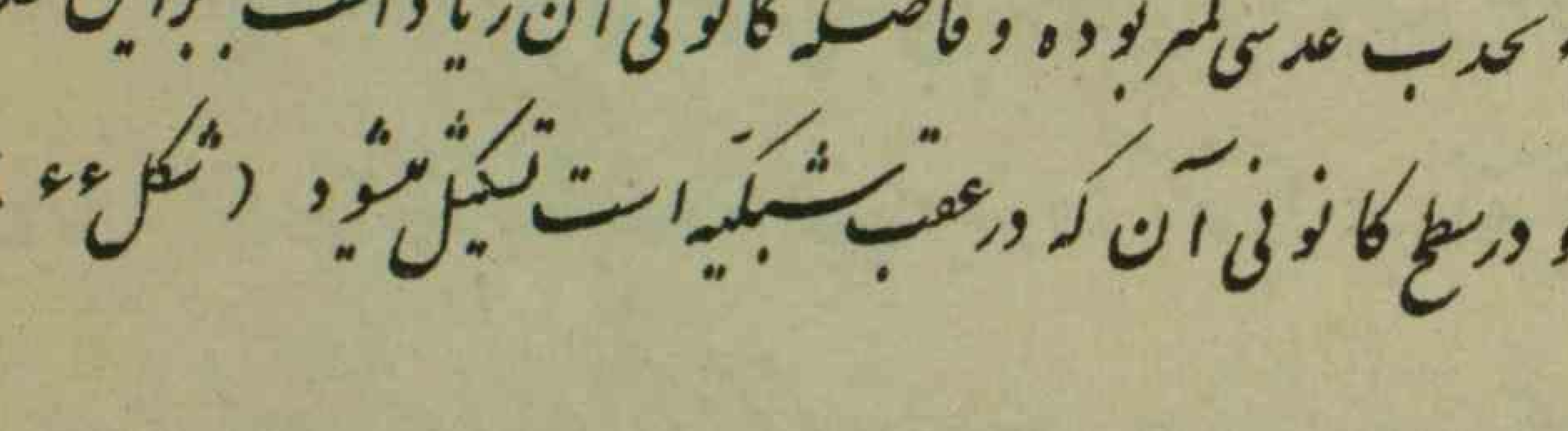
برای رفع این عیب و بعبارة اخری برای اینکه اشخاص نزدیک بین بتوانند
از فاصله دوری اشیاء را تمیز بدهند عینک های مقعر استعمال میکنند

تا با بوسیله از تحدب زیاد چشم جبران شده تصویر اشیاء در روی شبکیه تشکیل شود
مثلا اشعه جسم AB که از عدسی مقعر و جلیدیه عبور میکنند در روی شبکیه تلاقی کرده
و باینجهت جسم مزبور بطور واضح مرئی خواهد شد (شکل ۶۵)



شکل ۶۵ اصلاح نزدیک بینی

دوربینی Hypermétropie – در اینجا بعکس آنچه که در فوق مذکور
شد تحدب عدسی کمتر بوده و فاصله کانونی آن زیاد است بنابراین تصویر
اشیاء در سطح کانونی آن که در عقب شبکیه است تشکیل میشود (شکل ۶۶)

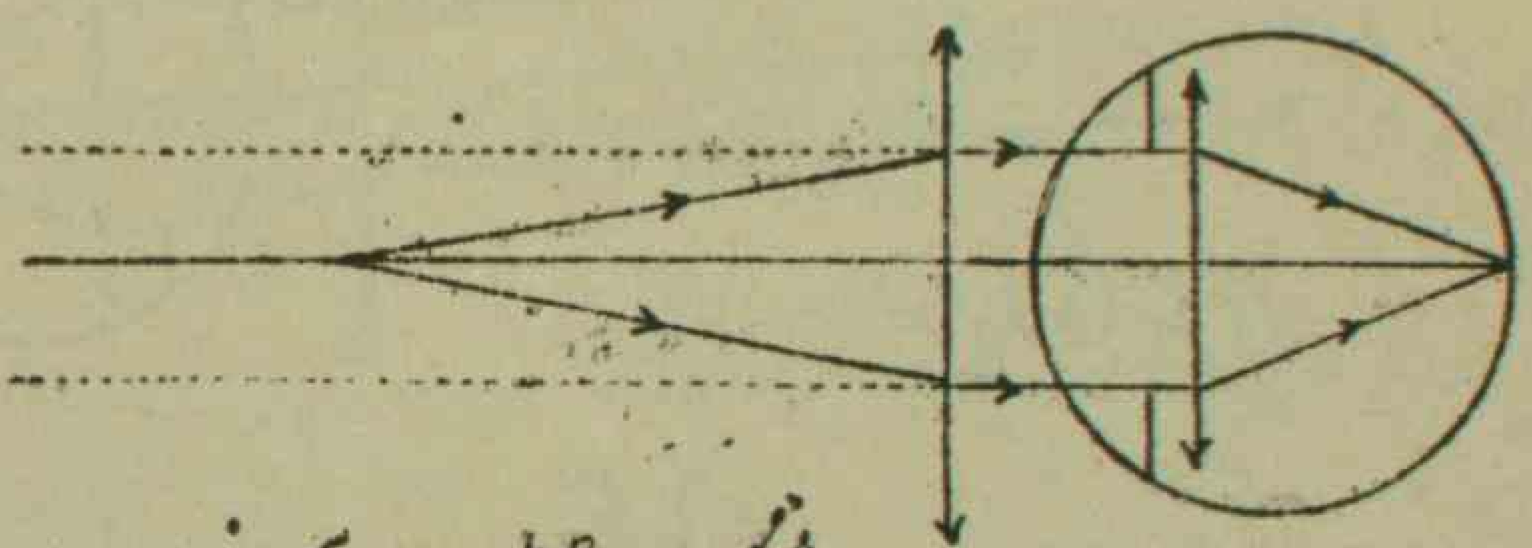


شکل ۶۶ چشم دوربین در حال راحت

و بدیهی است که هر چه بیشتر اشیاء بچشم نزدیک شوند تصاویر آنها از شبکیه دورتر شده
محو بنظر میرسند و بالعکس هر قدر که فاصله اجسام از چشم رو بتزاید نهد تصویر آنها

بعدسی نزدیکتر شده بالاخره بر شبکیه منطبق میگردد

برای رفع این عیب باید عینک محدب استعمال نمود تا بدینطریق کانون چشم در روی شبکیه واقع شود (شکل ۶۷)



شکل ۶۷ اصطلاح دوربینی

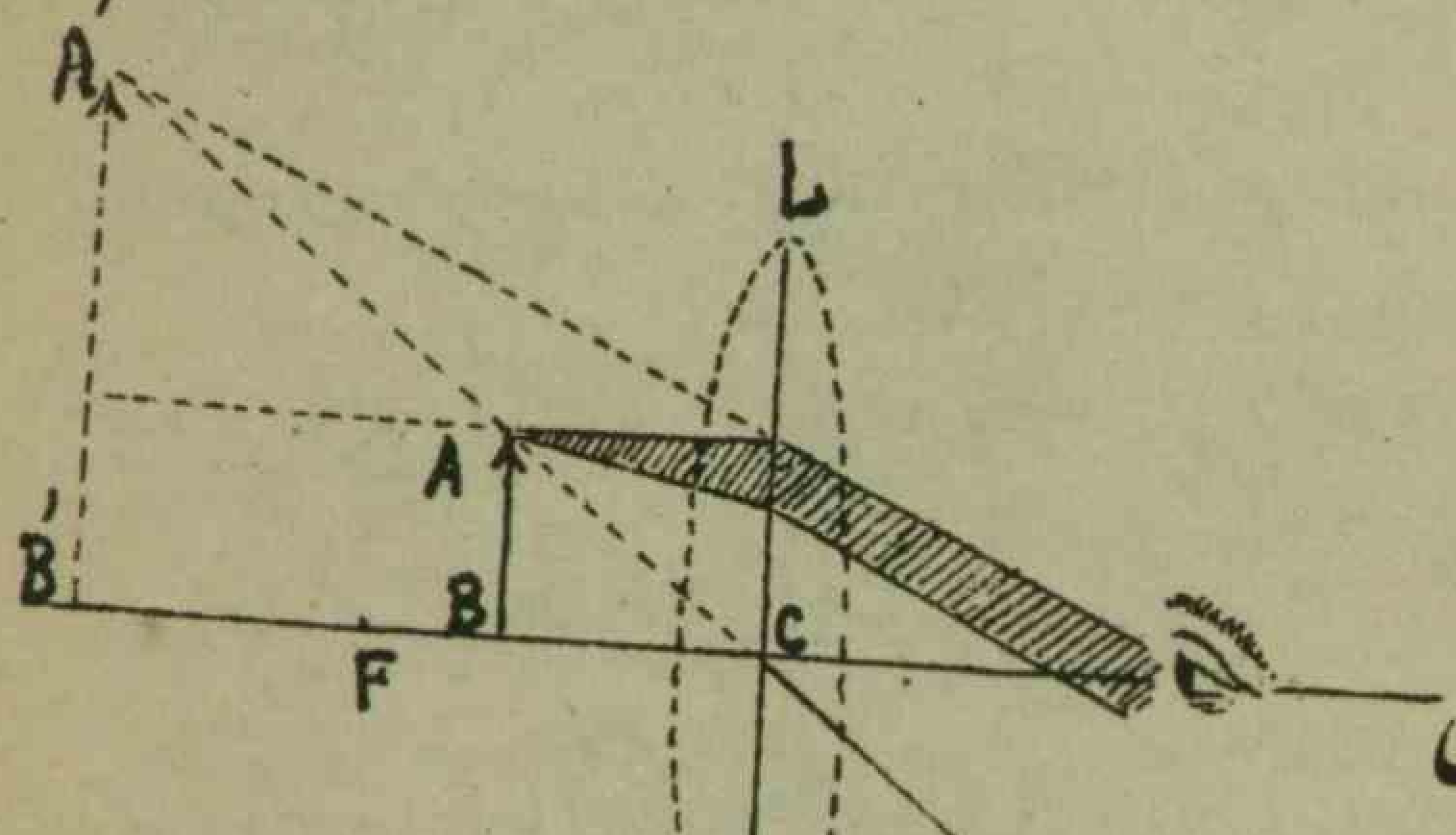
Presbytie - در اشخاص مسن و پیرمردان رفته رفته بسبب کهولت و کبر سن از قوه عضلات چشم کاسته شده و جلیدیه نمیتوانند آنطور که باید در موقع لزوم تحدب خود فزوده و یا بعبارة اخری شعاع انحناء خود را کم نماید بنابراین تمیز و تشخیص اشیاء نزدیک از عهدهٔ آنها خارج است و چنانکه همه میدانیم پیرمردان در موقع خواندن کتاب آن را بیشتر از حد معمول (در حدود ۸۰ سانتیمتر) دور از چشم نگاه میدارند.

برای رفع این عیب نیز باید عینک محدب بکار برد

فصل هفتم

ذره‌بین ساده (Loupe)

عبارت از عدسی محدبی است که فاصله کانونی آن بیش از چند سانتیمتر نبوده و برای بزرگ نمایاندن اشیاء بکار میرود باینمعنی که چون شیئی بین ذره‌بین و کانون آن قرار داده شود بر وفق آنچه که قبلاً (صفحه ۵۲ سطر ۱۹) مذکور شد تصویرش مجازی، مستقیم و بزرگتر از خود جسم خواهد بود مثلاً تصویر AB در ذره‌بین L عبارت از A'B' است که مجازی، مستقیم و بمراتب بزرگتر از شیئی AB میباشد



شکل ۸۶ ذره‌بین ساده

در موقع قرائت کتابی گر ذره‌بین را طوری نگهداریم که خطوط کتاب بین عدسی و کانونش واقع شود خطوط مزبور بسیار درشت بنظر میرسند و بدیهی است که برای انجام این مقصود باید آنقدر ذره‌بین را جلو و عقب برد تا اینکه شیئی در فاصله کانونی عدسی قرار

گرفته تصویر بسیار درشت آن نمایان شود این عمل را میزان کردن ذره بین گویند

ساعت سازها برای اینکه پیچ و مهره های بسیار ریز ساعت را ببینند ذره بینی

در مقابل چشم خود قرار میدهند .

چنانکه دیدیم شرط اصلی رؤیت اجسام آنستکه تصاویرشان در روی شبکیه چشم تشکیل شود تا اطراف

اعصاب باصره متأثر شده تأثرات خود را بدماغ منتقل سازند

کیفیت تأثر اعصاب مزبور از آثار نورانی و انتقال آن بمراکز معینه دماغ هنوز مورد بحث است

ولی چیزیکه فعلاً دانستن آن برای ما لازمست اینکه تشخیص جزئیات و دقایق اشیاء مربوط به بزرگی

و کوچکی تصویرشان است که در روی شبکیه تشکیل میشود باینمعنی که هر اندازه تصویر جسم در روی شبکیه بزرگتر

باشد جزئیات آن بهتر مرئی میشود و بدیهی است که بزرگی تصویر نیز تا اندازهٔ مربوط بابعاد جسم

و فاصله آن از چشم میباشد یعنی که هر قدر اشیاء بچشم نزدیکتر شوند حد دقتشان زیادتر

شده بطور واضح مرئی میشوند ولی باید دانستکه این فاصله دارای حدی است که اگر از آن

تجاوز نماید اشیاء بطور مبهم دیده میشوند

معمولاً در چشمهای سالم اقصر فاصلهٔ رؤیت که در آن با نهایت وضوح میتوان اشیاء را تمیز

داد ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر است پس برای اینکه با ذره بینی میتوان اشیاء را درشت

نمایاند لازمست که تصویر آنها در بین فاصلهٔ بی نهایت دور و اقصر فاصله رؤیت

تشکیل شود

(عینک)

همانطور که قبلاً ذکر شد برای اینکه اشخاص نزدیک بین بتوانند اشیاء دور را با کمال سهولت تشخیص دهند و یا بعبارهٔ اخری تصاویر اجسامی که در فواصل بعیده قرار دارند درست در روی شبکیه چشم تشکیل شود لازمست که عینکهای مقعر بکار برند تا باین وسیله سطح کانونی چشم و بالنتیجه تصاویر اشیاء دور در روی شبکیه تشکیل شده موجب تأثر اعصاب باصره گردد.

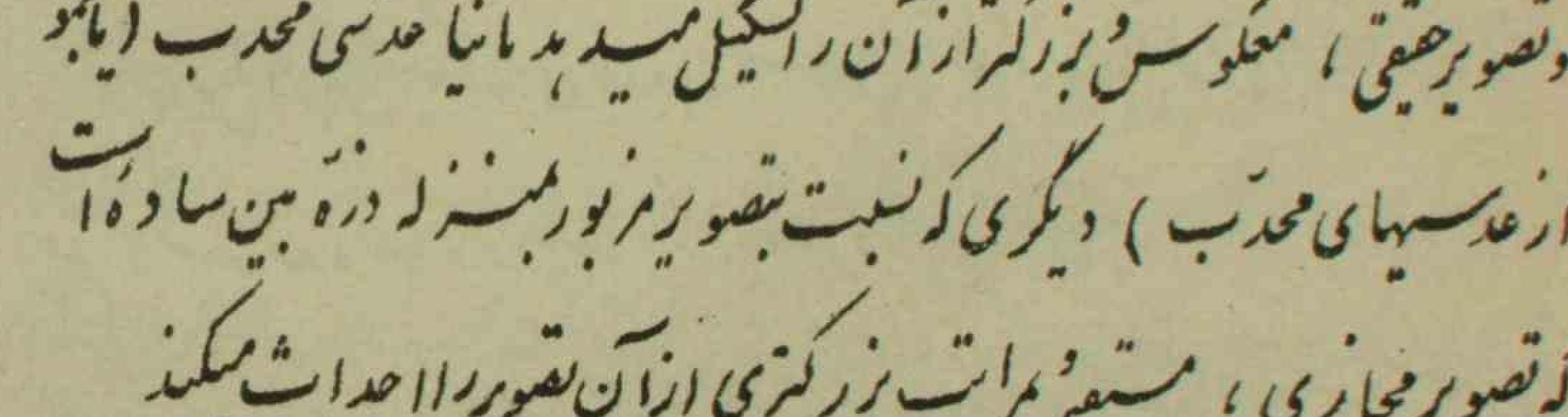
اشخاص دوربین عینکهای محدب استعمال میکنند زیرا باینطریق از فاصله کانونی چشم کاسته شده تصاویر اشیاء نزدیک بر شبکیه منطبق میشود.

عینکهای دیگری نیز در طب معمول است که در امراض مختلفه چشم مورد استعمال دارند و ما از شرح مبسوط آنها در اینجا خودداری میکنیم.

درجات دوربینی و نزدیک بینی چشم اشخاص مختلف است و بهمین جهة عینکهائی که برای اصلاح چشم معمول میدارند فرق میکند پس برای انتخاب نمرهٔ عینکی که موافق با چشم باشد باید بکحال رجوع نمود و هرگز نباید پیش خود بدون تجویز طبیب متخصص عینک بکار برد.

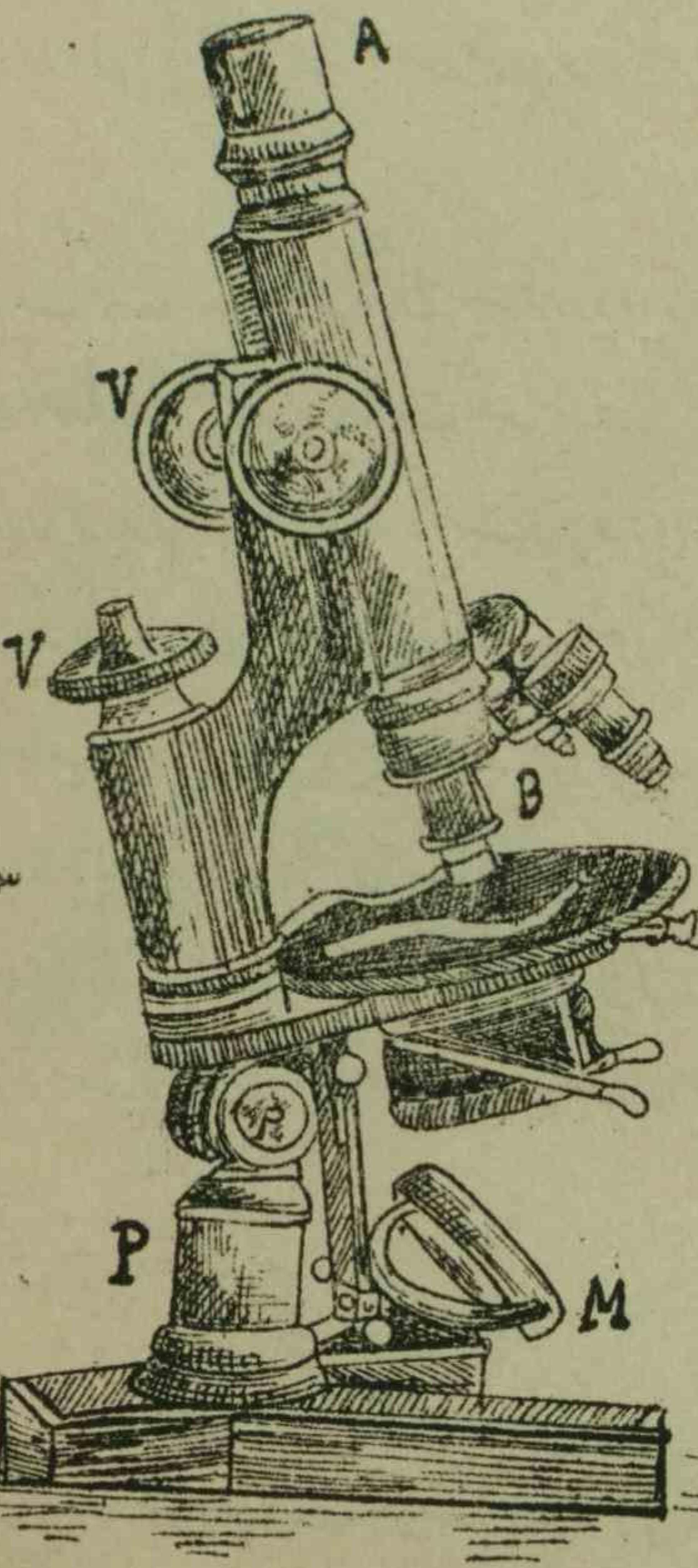
میکرسکوپ یا ذره بین مرکب

میکرسکوپ آلتی است که برای درشت نمایاندن اجسام بسیار کوچکی که با چشم بدون
اسباب دیده نمیشوند بکار میرود . اساس آن عبارت از اینست که ابتدا عدسی محدبی
درمقابل جسم مزبور قرار داده تصویر حقیقی و بزرگتر از آن را بدست میآوریم ،
سپس این تصویر را بوسیلهٔ ذره بین سادهٔ که قبلاً بشرح آن پرداختیم بدفعات بزرگتر
نموده رؤیت میکنیم . پس از اینقرار هر میکرسکوپی دارای دو قسم عدسی است
اولاً یک عدسی (یا مجموعه از عدسیهای محدبی) که بفاصلهٔ کمی از جسم واقع شده
و تصویر حقیقی ، معکوس و بزرگتر از آن را تشکیل میدهد ثانیاً عدسی محدب (یا مجموعه
از عدسیهای محدب) دیگری که نسبت بتصویر مزبور بمنزله ذره بین سادهٔ است
که تصویر مجازی ، مستقیم و بمراتب بزرگتری از آن تصویر را احداث میکند
عدسی محدبی را که مجاور شیئی جا دارد Objectif و آنکه در مقابل چشم قرار
میگیرد Oculaire خوانند



س ۶۹ طرز عمل میکرسکپ

فرض کنیم جسم بسیار کوچک AB در مقابل Objectif و بفاصله کمی از کانون آن قرار گرفته باشد بر وفق آنچه که قبلاً گفته شد (شکل ۶۹) این عدسی تصویر حقیقی معکوس و بزرگ A'B' را احداث میکند که در فاصله کانونی o' f'



ش ۷۵ میکرسکپ

تشکیل شده و توسط عدسی o' تصویر مجازی و مستقیم و بمراتب بزرگتری از آن نماید

A''B'' رویت میشود .

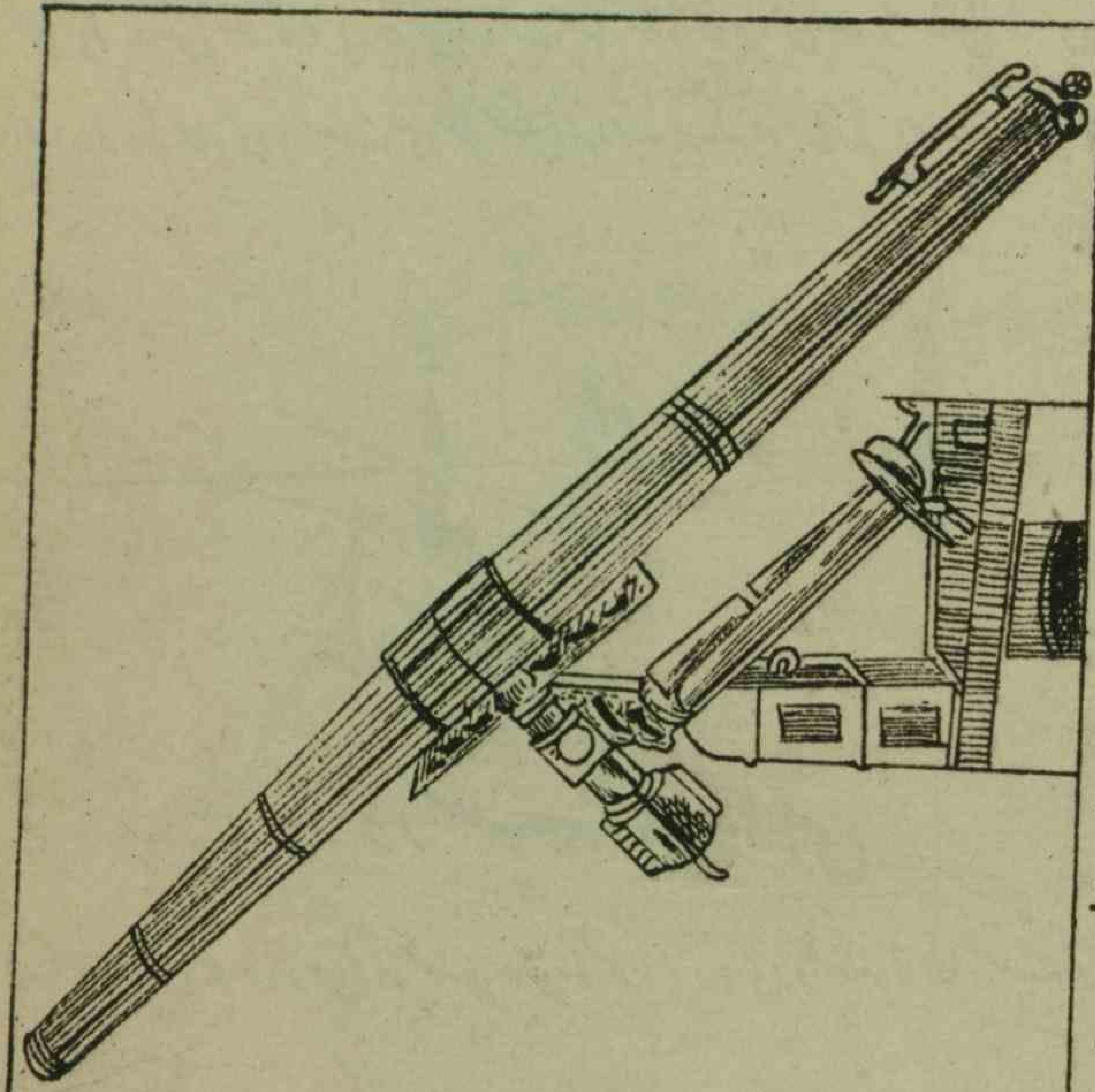
شکل (۷۰) میکرسکوپی را نمایش میدهد که معمولاً در لابراتوارها مورد استعمال دارد : هریک از دو عدسی تصویر Objectif و رویت Oculaire آن در دو نهای لوله برنجی AB که عموماً بطول ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر ساخته میشود جا گرفته اند لوله مزبور وصل به پایه است مانند P که بوسیله لولائی در حول پایه P متحرک بوده و بطور دلخواه میتوان تمایل آن را کم و زیاد کرد .

شیئ که منظور رویت آنست در روی صفحه نازک شیشه قرار داده و آن را در روی تیغه فلزی D که بحامل شیئ Platine موسوم است نصب میکنند . صفحه حامل شیئ دارای سوراخی است که در امتداد محور لوله AB واقع شده است ، قدری پائین تر از آن آئینه مقعر M تعبیه شده است که اشعه نورانی را از سوراخ مزبور بسمت شیئ منعکس کرده و آن را روشن مینماید میزان کردن اسباب بتوسط پیچ V صورت میگیرد یعنی که چون پیچ مزبور را اندکی بچرخانیم لوله AB بطور محوری بالا و پائین رفته فاصله آن نسبت بشیئ تغییر میکند ولی در همه حال فاصله دو عدسی تصویر Objectif و رویت Oculaire نسبت بیکدیگر ثابت مانده و بهیچوجه تغییر نمیکند ولی اگر گاهی هم خواسته باشیم میتوانیم فاصله آن دو و بنابراین فاصله دو کانونشان را نسبت بیکدیگر تغییر دهیم .

دوربین نجومی

آلتی است که برای ارصاد کواکب و اجرام سماوی بکار میرود . ابرکس این آلت عبارت از عدسی محدبی است که فاصله کانونیش بسیار طویل و سطوح طرفینش

نسبة وسعت دارد تصاویر اجسام فلکی از قبیل ماه و ستارگان وغیره در سطح گالونی آن تشکیل شده و بوسیله ذره بین دیگری میتوان تصویر مزبور را درشت تر نمایانده جزئیات آن را مشاهده کرد (شکل ۷۱) پس در این آلت بارز دو قسم عدسی محدب وجود دارد که هریک در انتهای لوله بطول چندین متر جا گرفته اند .

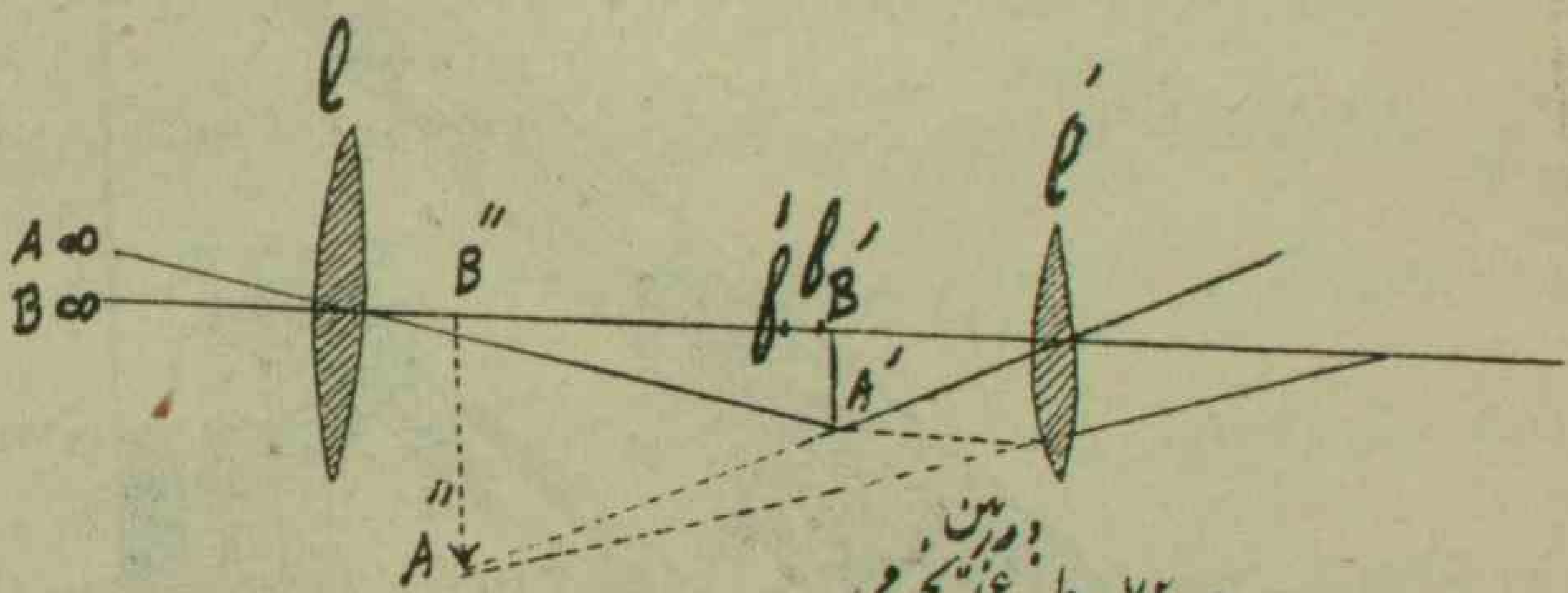


شکل ۷۱ ذره بین نجومی

عدسی که متوجه آسمان میشود بعدسی تصویر Objectif وآنکه مجاور چشم [illegible]

میگیرد بعدسی رؤیت موسوم است (شکل ۷۳)

تصویر کوکب معین AB که در فاصله بینهایت در نمایان است A′B′ خواهد بود که در سطح کانونی عدسی l تشکیل میشود. عدسی رؤیت $l′$ بطوری در انتهای دیگر لوله ثابت شده است که کانون $f′$ آن در آنطرف کانون f عدسی تصویر l واقع شده و یا بعبارة اخری A′B′ در بین فاصله کانونی عدسی رؤیت تشکیل میشود بنابراین تصویرش در عدسی مزبور A″B″ خواهد بود که مجازی، نسبت بشئ معکوس و بمراتب بزرگتر از A′B′ است (شکل ۷۲)



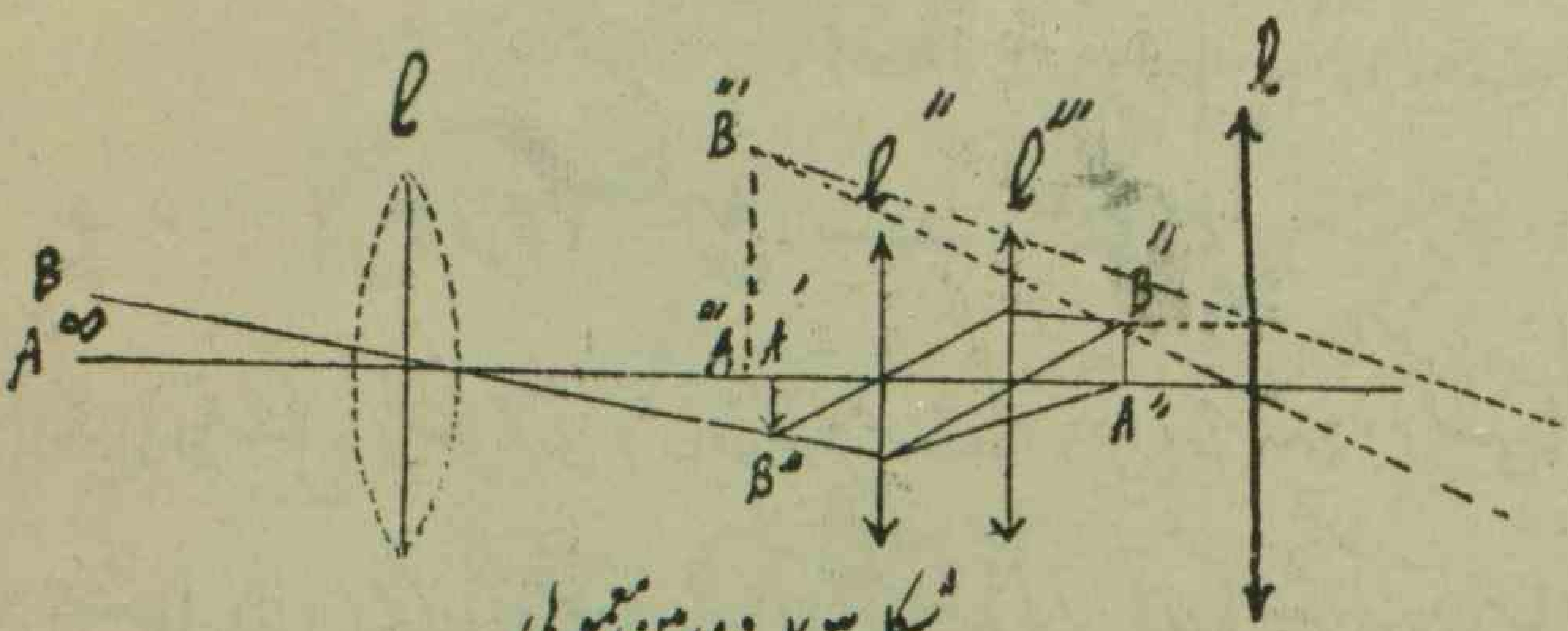
ش ۷۲ طرز عمل دوربین نجومی

دوربینهای اراضی

اساس این قسم دوربین که در بحر پیمائی و صحرانوردی وغیره بکار میرود همانست که در دوربینهای نجومی ذکر شد، منتهی در دوربین نجومی تصاویری که بدست میآید نسبت بشئ بطور معکوس قرار میگیرند و اینمسئله در ارصاد کواکب اهمیتی ندارد ولی در دوربینهای ارضی معکوس قرار گرفتن تصاویر تا اندازه باعث اشکال است.

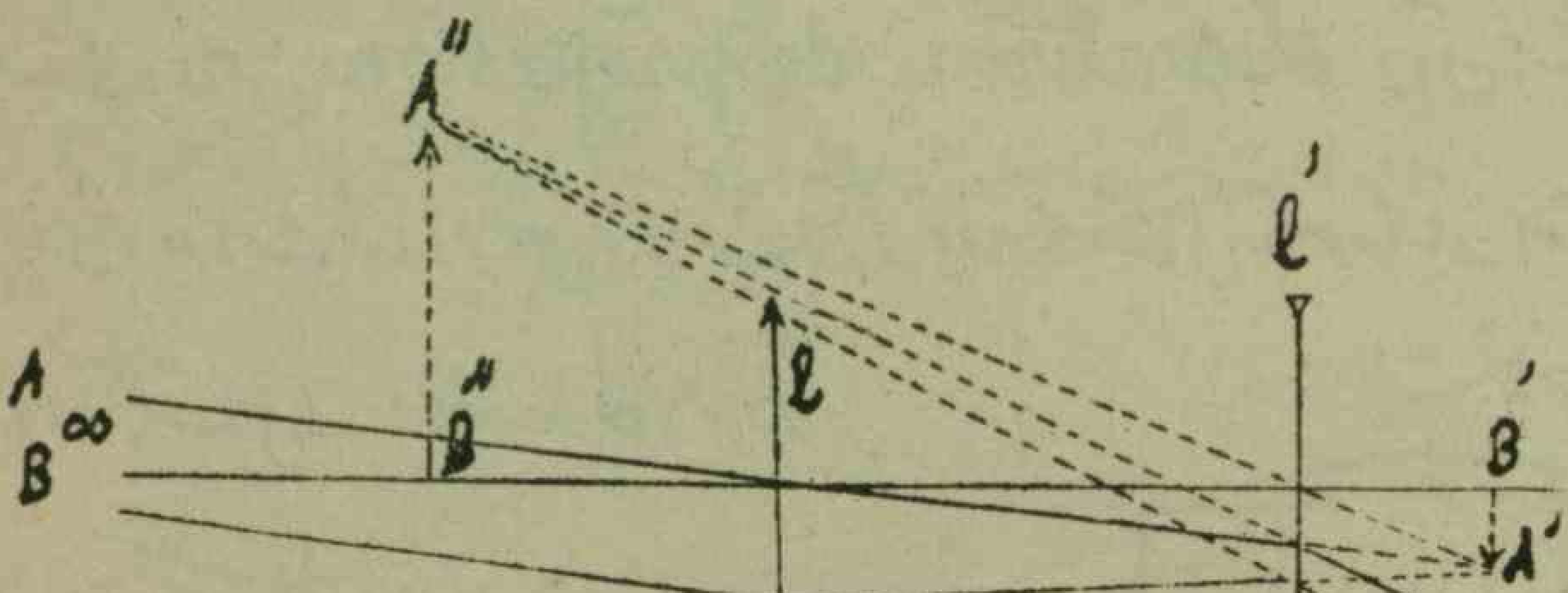
برای رفع این محظور مابین عدسی رؤیت و عدسی تصویر دو عدسی دیگر قرار

میدهند تا تصویر معکوس $A'B'$ تبدیل بتصویر مستقیم $A''B''$ شود



شکل ۷۳ دوربین معمولی

و در بعضی دیگر بجای عدسی محدب عدسی مقعری جانشین میشود (شکل ۷۴) ولی در



شکل ۷۴ دوربین معمولی

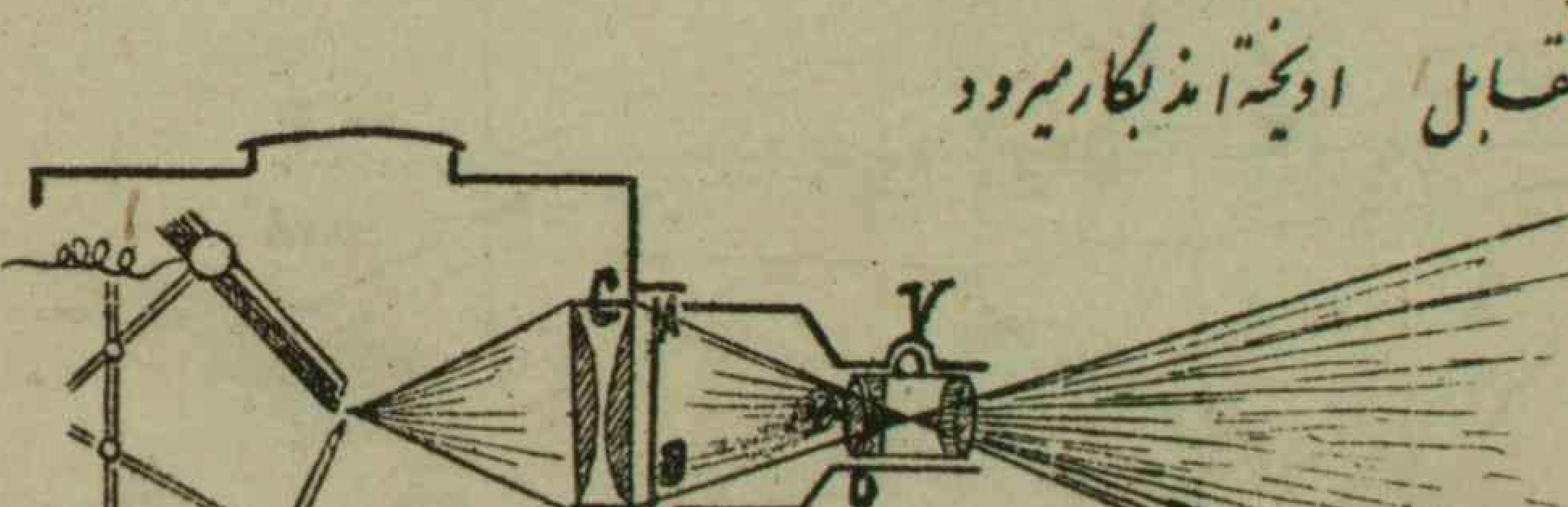
هر دو صورت تصویر مستقیم اشیاء مرئی خواهد شد .

فصل هشتم

نورافکن — عکاسی

نورافکن ها از قبیل فانوس بحری (سابقاً ذکر شد)، چراغ رهنما (در کشتی های جنگی مورد استعمال دارد) چراغ اتومبیل وغیره آلاتی هستند که برای روشن کردن مسافت زیاد از دور بکار میروند. بعضی از آنها عبارت از آئینه مقعر (چراغ اتومبیل) و دسته دیگر عدسیهای محدبی میباشند (فانوس بحری وغیره) که منبع نور در کانون آن قرار دارد.

دستگاه نمایش Lanterne de projection و آن دستگاهی است که برای احداث تصاویر حقیقی و بمراتب بزرگتری از اشکال وصور مختلفه اشیاء در روی پرده که بدیوار مقابل آویخته اند بکار میرود



شکل ۷۵

(شکل ۷۵) بطور ساده و مختصر دستگاه مزبور را نشان میدهد.

منبع نور بسیار روشن M در کانون دو عدسی محدبی (C) قرار گرفته که اشعه نورانی نسبت صفحه

مصور AB متوجه داشته و آن را بشدت روشن میسازد .

در قسمت قدامی جعبه عدسی تصویر O جاگرفته و بوسیله پیچی مانند V جلو و عقب میرود . صفحه

مصور بفاصله معینی از عدسی تصویر واقع شده (بین کانون و مرکز انحناء عدسی) و تصویر حقیقی

و بمراتب بزرگتری از آن در روی پرده مقابل احداث میشود

(عکاسی)

مقصود از عکاسی بدست آوردن تصویر حقیقی و ثابت اشیاء است و آن مبنی بر تاثیر

اشعه نور در روی املاح نقره و مخصوصاً برمور دآرژان است باینمعنی که املاح نقره چون

در مقابل تابش نور قرار گیرند پس از یک فعل و انفعال شیمیائی تجزیه شده و رنگ سیاهی

بخود میگیرند و بتجربه ثابت شده است که شعاع قرمز کمتر و اشعه بنفش بیشتر از همه در تجزیه املاح

مزبوره دخالت دارند

اسبابی که برای برداشتن عکس بکار میرود عبارت از جعبه ایست که در قسمت قدام

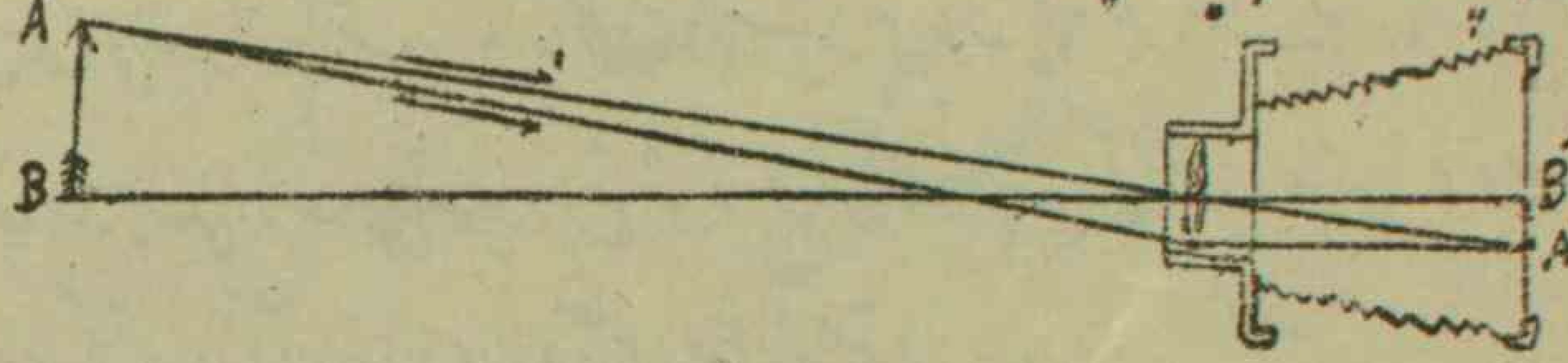
آن عدسی محدبی جاگرفته و تصویر حقیقی و معکوس اشیاء را احداث میکند . در جدار

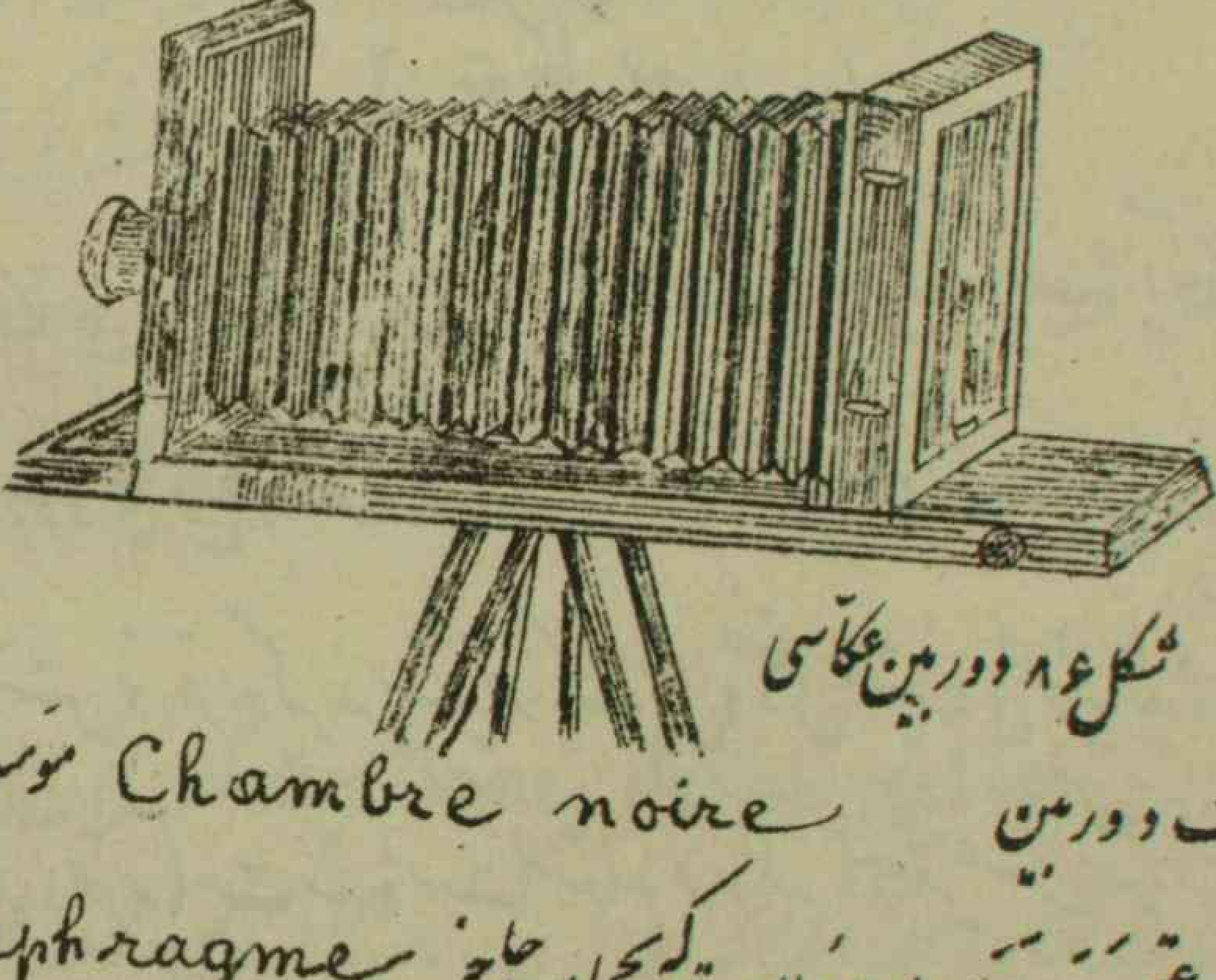
خلفی جعبه شیشه ماتیست که تصویر مزبور در روی آن تشکیل میشود و بوسیله پیچی میتوان

آن را بعدسی نزدیک و یا از آن دور نمود .

جدارهای طرفی جعبه از قطعات مقوائی ساخته شده است که در قسمت نازکی از چرم

آنهارا پوشانده و باین ترتیب محفظه را بوجود میآورند که طول آن باسانی کم و زیاد شده





شکل ۸۶ دوربین عکاسی

و محفظه تاریک دوربین Chambre noire موسوم است.

در داخل و در عقب عدسی پرده است که بحجاب حاجز Diaphragme موسوم بوده و دارای منفذی است که برحسب کمی و یا زیادی نور آنرا بزرگ و کوچک مینمایند

چون بخواهند از نقطه معینی عکس بردارند دوربین را در روی سه پایه نصب کرده دهانه آن را بسمت شیئ متوجه میدارند. دهانه دوربین باز و بنابراین تصویر اشیاء در روی شیشه تار تشکیل میشود و بطوریکه قبلاً مذکور داشتیم بوسیله پیچی که در قاعده دستگاه دوربین تعبیه شده است آنقدر آن را جلو و عقب میبریم تا تصویر حقیقی با نهایت وضوح

در روی آن احداث شود ، درانیحال دهانه دوربین را بسته و شیشهٔ تار را برمیداریم
و بجای آن صفحه شیشه دیگری که در روی آن ورقه نازکی از ژلاتین و برمور دارژان کشیده
و به پلاک Plaque یا صفحه حساس موسوم است میگذاریم ، پس بقدر
چند ثانیه دهانه دوربین را برداشته و صفحه حساس را در معرض تابش نور قرار میدهیم
تا تصویر در روی آن ایجاد شده و برمور دارژان تجزیه گردد
تصاویر اشیاء که باین قسم در روی شیشهٔ حساس نقش می بندد بچشم دیده نمیشود یعنی اگر
شیشه را در اطاق تاریکی مقابل نور قرمز رنگی نگاهداریم هیچگونه تصویری در روی آن
دیده نخواهد شد و برای ظهور آن باید آن را در محلولی از ادویه شیمیائی فرو برد
مرکباتی که برای ظهور شیشه معمولست متعدد و ما یک قسم آن را شرح میدهیم :

متول	۴ گرم	کربنات دو پتاسیم	۵۰ گرم
هیدروکینون	۶ گرم	سولفیت دوسود	۱۰۰ گرم
آب	۱۰۰۰ گرم		

هیدرژن محلول با برم ترکیب شده تولید اسید برمیدریک میکند و نقره بحالت آزاد باقیمانده
در نقاطی که در تحت تأثیر مستقیم نور واقع شده اند لکه های سیاه رنگی ایجاد میکند :

$$AgBr + H = HBr + Ag$$

فعل و انفعال برمور دارژان بائیدرژن محلول فقط در نقاطی از ژلاتین حساس صورت میگیرد که قبلاً
بر اثر تابش نور املاح آن تجزیه شده باشد بنابراین سایر قسمتهائی که مواجه با اشعهٔ نور نبوده اند
هیچگونه تغییری حاصل نکرده سفید میمانند

ظهور شیشه باید در اطاق تاریک و در مقابل نور قرمز رنگ انجام یابد زیرا چنانکه
گفتیم شعاع قرمز تاثیر قابل ملاحظهٔ در تجزیه املاح نقره ندارد .

پس از اینکه تصویر در روی شیشه ظاهر میشود نقاطی از جسم که سیاه بوده اند در اینجا سفید
و آنچه که سفید و روشن بوده اند در شیشهٔ حساس سیاه و تاریک جلوه میکند این قسم تصویر
را تصویر منفی نامند .

تصویر منفی را اگر بدون عملیات دیگری از دوای ظهور خارج کرده بروشنائی ببریم
تصویر حاصله محو شده از بین میرود لذا چند لحظه آن را در آب تازه و خنک شستشو
داده چند دقیقه در دوای ثبوت که محلولی از هیپوسولفیت دوسود ۳/۱۰۰ است فرو
میبریم تا اینکه تصویر در روی شیشه ثابت شود .

برای اینکه تصویر مثبت و یا بعبارهٔ اخری عکس اشیاء را در روی کاغذ بدست
آوریم کاغذ عکس را که آلوده به کلرور دارژان است در روی ژلاتین شیشه قرار داده
و هر دو را در جوف قیدی مقابل آفتاب میگذاریم . نور آفتاب از نقاط روشن

و شفاف شیشه عبور کرده ملح نقره که کاغذ عکس را پوشانده است تجزیه میکند ولی در قسمتهای تاریک شیشه هیچ اثر نکرده ملح مزبور بحالت خود باقی میماند در اینصورت قسمتی از کاغذ که در معرض تابش نور واقع شده سیاه و سایر جاها روشن و سفید میمانند تصویر مثبتی که باینطور بدست میآید قرمز رنگ و غیر ثابت است برای تغییر لون و ثبوت تصویر در روی کاغذ کافیست که ابتدا آن را در محلولی که مادهٔ عاملهٔ آن کلرور دُر Chlorure d'or ۱/۱۰۰۰ میباشد فرو برده[1] سپس آن را در محلول ۳۰/۱۰۰ هیپوسولفیت دُ سود قرار داد.

مسائل

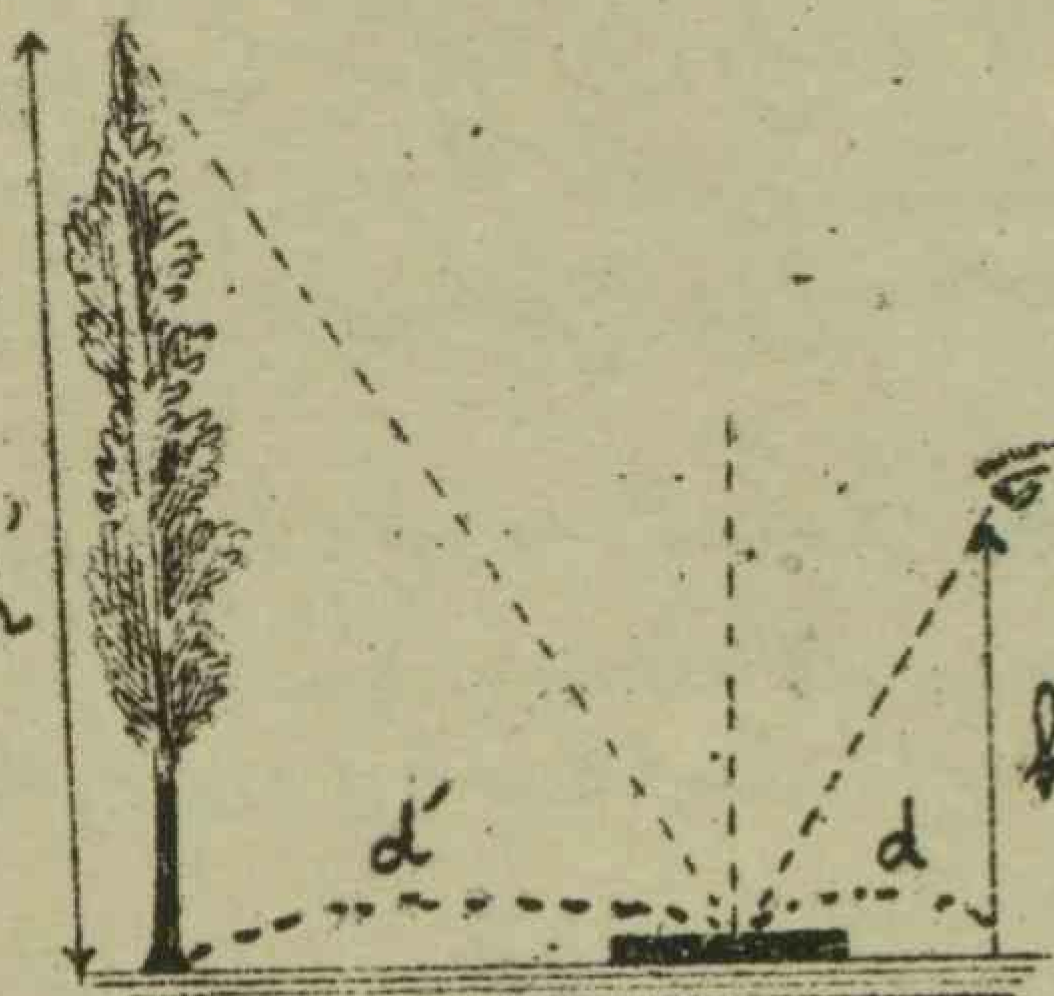
۱- شعاع آفتاب بر سطح آینهٔ مسطحی میتابد. آینه را باندازهٔ ۱۵ درجه دور محوری که از نقطهٔ تابش مرور میکند دَوَران میدهیم معلوم کنید که شعاع منعکس چند درجه منحرف شده است؟

---

(۱) بهترین دوائی که برای ثبوت استعمال میشود مطابق نسخهٔ ذیل ترکیب میشود:

آب مقطر	۲۰۰۰ گرم
کلرور مضاعف طلا و پتاسیم	یک گرم
سفیداب اسپانی	۵ گرم

۲- از روی شکل چطور میتوانید ارتفاع درخت را معلوم نمائید :



h = ۱٫۶ متر

d = ۲ متر

d' = ۲۰ متر

۳- تصویر جسم AB را که بطول ۲- سانتیمتر است در فواصل مختلفه

۷۳

آینه های مقعر ذیل بطور هندسی ترسیم نموده ابعاد آن را معلوم دارید :

۳- سانتیمتر = P (فاصلهٔ آتش تا آینه) یک سانتیمتر = f (فاصله کانونی)

۱۵ سانتیمتر = P 〃 〃 یک سانتیمتر = f 〃

۱٫۵ سانتیمتر = P 〃 〃 ۲ سانتیمتر = f 〃

۴- جسم AB بطول یک سانتیمتر و آینه مقعری که فاصلهٔ کانونی آن دو سانتیمتر است مفروض است تصویر جسم مزبور را در فواصل ذیل بطور هندسی ترسیم نمائید و ابعاد تصویر را از روی مقیاس اختیاری معین کرده در آنها بحث نمائید ؟

۱- در فاصله ۵ سانتیمتر تا آینه ۲- در چهار سانتیمتر ۳- و ۲- سانتیمتر ۴- در یک سانتیمتر نیم ۵- در یک سانتیمتر ۶- در نیم سانتیمتر .

۵- عمق حوض آبی که ممتلی از آب صاف است چرا کمتر از عمق واقعی آن بنظر جلوه میکند ؟

۶- صیادی میخواهد با گلوله تفنگ چند عدد ماهی را که در آب شناورند صید کند تقریباً چه نقطه را باید قراول رود تا مقصودش حاصل شود ؟ بالاتر یا پائین تر را ؟

۷- در شکل (۵۰)، برحسب فواصل مختلفه شیئی AB نسبت بعدسی تصاویر آن را بطور هندسی ترسیم نمائید و همچنین ابعاد تصویر را اندازه گرفته بحث نمائید ؟

۸- تصویر حقیقی شمع روشن را بوسیله عدسی محدبی که فاصله کانونی آن معین است در روی صفحه بدست آورید . فاصله شمع تا عدسی p و فاصله صفحه را هم تا عدسی اندازه بگیرید (p') بزودی ملتفت خواهید شد که بین آنها همیشه این رابطه محقق است

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

۹- تجربه فوق را در فواصل مختلفه شمع نسبت بعدسی تکرار کرده صحت رابطه مزبور را در جمیع احوال ثابت نمائید ؟

۱۰- تصویر جسم AB را (بطول اختیاری) که فاصله اش نسبت بعدسی از بی نهایت دور تا صفر تغییر میکند ترسیم نموده در حالات مختلفه آن بحث نمائید

مبحث سوّم

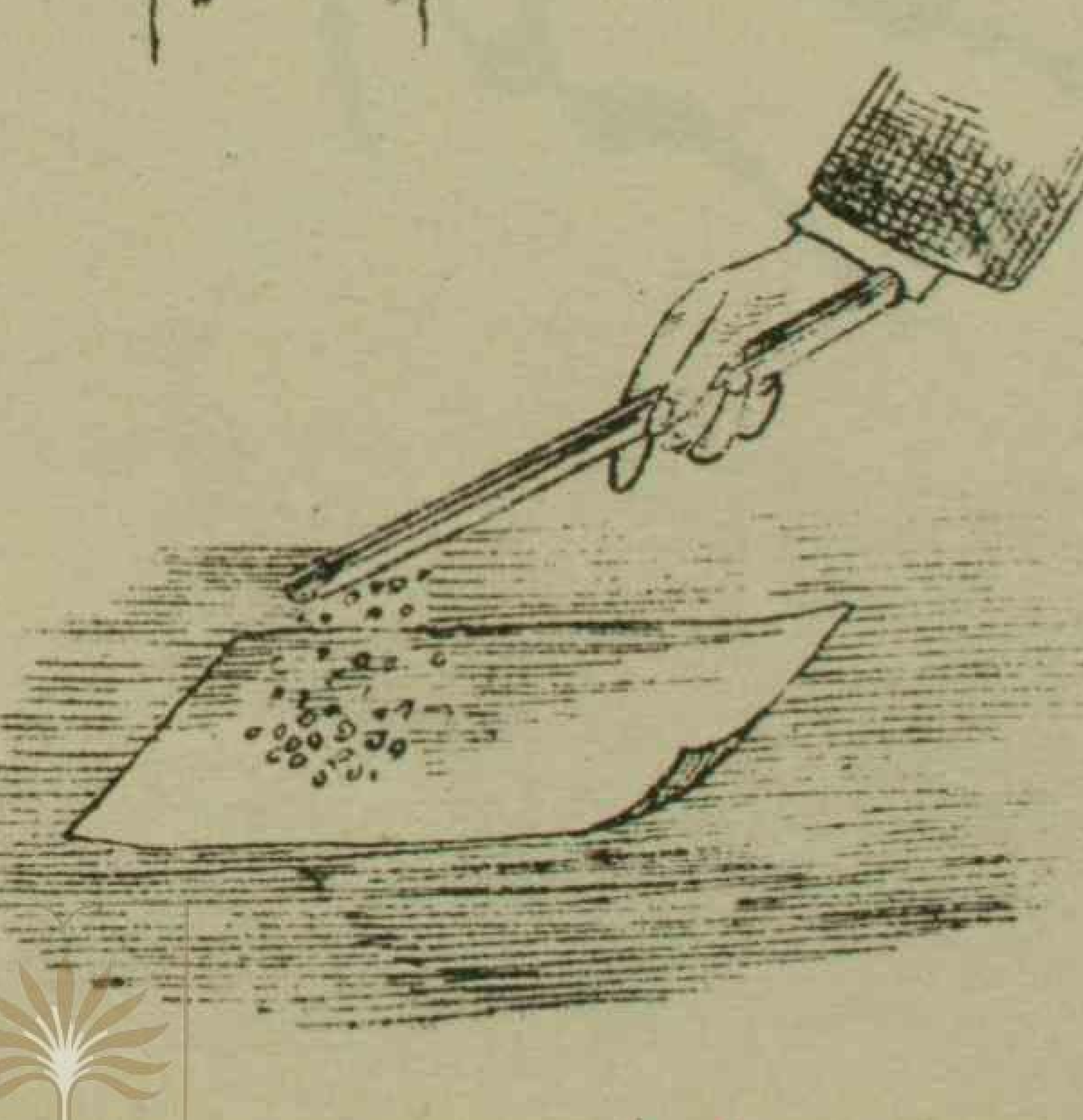
الکتریسیته

فصل اول

تولید الکتریسیته — مشاهدات تجربی

[لفظ الکتریسیته مشتق از لغت یونانی الکترون است که بمعنای کهربا یا زرد است و چون در ۶۰۰ سال قبل از میلاد مسیح تالس یونانی اول دفعه بواسطه مالش خاصیت جذب پر کاه را در این جسم شناخت لذا آنرا کهربا موسوم کردند و الکتریسیته را قوه کهربائی نیز نامیده اند]

۱- در بعضی اجسام از قبیل شیشه سقز و پارافین بواسطه مالش با پارچه پشمی قوه تولید میشود که اجسام سبک وزن را بطرف خود جذب مینماید مثلاً اگر میله شیشه را با پارچه پشمی مالش داده بذرات کاغذ و کاه و یا خرده های طلا و آلومینیم مجاور نمائیم فوراً اجسام مزبوره جذب میله شیشه میگردند



و این قوه حاصله از اصطکاک اجسام را الکتریسیته و جسمی را که دارای قوه مزبور است الکتریزه[۳] مینامند

(شکل ۷۸)

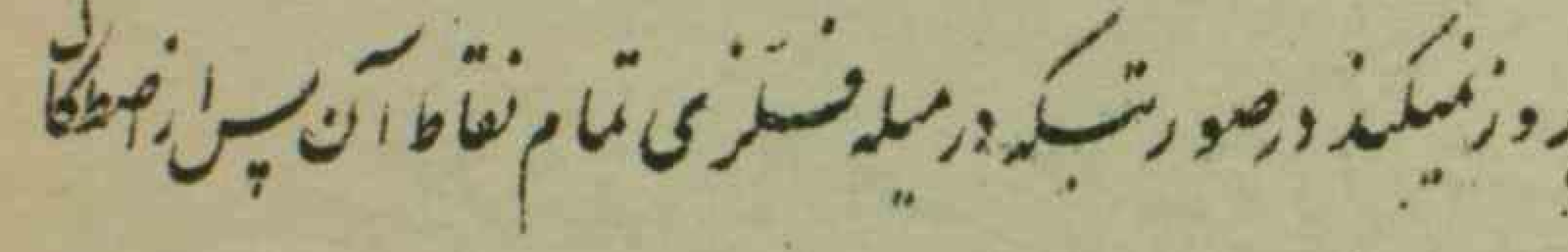
۲- اگر این تجربه را با میله از فلز که در دست باشد تکرار کنیم هیچ اثری از آن قوه بروز

نخواهد کرد لیکن اگر همین میله دسته سقزی یا بلوری داشته باشد که در حین اصطکاک دست با میله فلزی تماس پیدا نکند این دفعه پس از اصطکاک با پارچه پشمی میله فلزی الکتریزه میشود یعنی ذرات خفیفه را مثل میله بلور و سقز بخود جذب مینماید س ۷۹

۳ - هرگاه در تجربه اول نقطه دیگری غیر از آن نقطه اصطکاک میله را مجاور خرده های کاغذ نمائیم هیچ اثری بروز نمیکند در صورتیکه در میله فلزی تمام نقاط آن پس از اصطکاک قابلیت جذب اجسام خفیفه را دارا میشوند

میله بلوری یا فلزی دارای الکتریسیته را اگر بالای ظرف روغنی نگاهداریم فوراً برجستگی در سطح آن مشاهده میشود بنابراین الکتریسیته سبب جذب مایعات هم میشود

از این تجربیات معلوم میشود که



شکل ۷۹ الکتریزه کردن جسم هادی

الکتریسیته در تمام ذرات اجسام دسته اول یعنی شیشه و سقز و پارافین منتشر نشده در همان نقطه که اصطکاک پیدا نموده است باقی میماند .

Mauvais conducteur این دسته اجسام را عایق الکتریسته

نامند و بالعکس اجسام دسته دوم مانند فلزات را که الکتریسته بخوبی در آنها منتشر میشود اجسام

هادی الکتریسته Bon conducteur نامند و بهمین علت است که میله فلزی تنها

الکتریسته را در خود نگاه نداشته بتوسط بدن که آنهم هادی الکتریسته است وارد زمین مینماید

و چنانچه دسته سقزی یا شیشه داشته باشد مانع از خروج آن شده و باین جهت خرده های اجسام

را جذب میکند

مابین دو دسته اجسام فوق الذکر اجسامی یافت میشود که کم و بیش هادی یا عایق الکتریسته

میباشند . درجه رطوبت اجسام نیز در هدایت الکتریسته دخالت کلی دارد چنانکه هوای

خشک عایق الکتریسته و هوای مرطوب هادی آن میباشد

اگر هادی و عایق بودن اجسام را دقیقاً تحت مطالعه قرار دهیم این نتیجه میشود که هادی بودن یا عایق

بودن اجسام امریست نسبی و مطلقاً نمیتوان گفت فلزات هادی الکتریسته بوده و شیشه و پارافین

عایق آن میباشند بلکه تمام اجسام کم و بیش هادی الکتریسته بوده و آنرا با سرعتی که بانوع

جسم تغییر مینماید در خود منتشر میسازند ، این سرعت در شیشه و پارافین خیلی کم (میلیمتر در ساعت)

و در بعضی اجسام دیگر مثل نخ پنبه که با موم اندوده شده باشد زیادتر (چند میلیمتر در ثانیه)

و بالاخره در فلزات سرعت آن خیلی زیاد است (مثل سرعت نور) .

اجسام هادی عبارتند از فلزات ، بدن انسان وحیوان ، زمین ، چوب تر

کاه ، زغال ، بنزین ، جوهر سقز ، هوای مرطوب وغیره

اجسام عایق مثل شیشه ، چینی ، صمغ ، پارافین ، ابونیت Ebonite

گوگرد ، لاک ، ابریشم ، اسیدها ، محلول املاح ، وغیره میباشند

اقسام الکتریسیته

برای اینکه خاصیت اجسام الکتریزه راخوبی درک نمائیم آونگ الکتریکی را بکار میبریم

وآن عبارت از گلوله ایست از چوب آقطی یا چوب پنبه که بواسطه نخ نازکی بپایه عایقی

متصل است میله شیشه V را باپارچه پشمی مالش داده آن را باونگ مضاعف P

نزدیک میآوریم فوراً گلوله های آن جذب شیشه شده وپس از لحظه بشدت دور میشوند

وبعوض اینکه در ابتدا درخط قائم قرار گیرند ازیکدیگر جدا شده وبهمان حال باقی میمانند

بطوریکه زاویه مانند α مابین دو نخ تعلیق تشکیل میشود (شکل ۸۰)

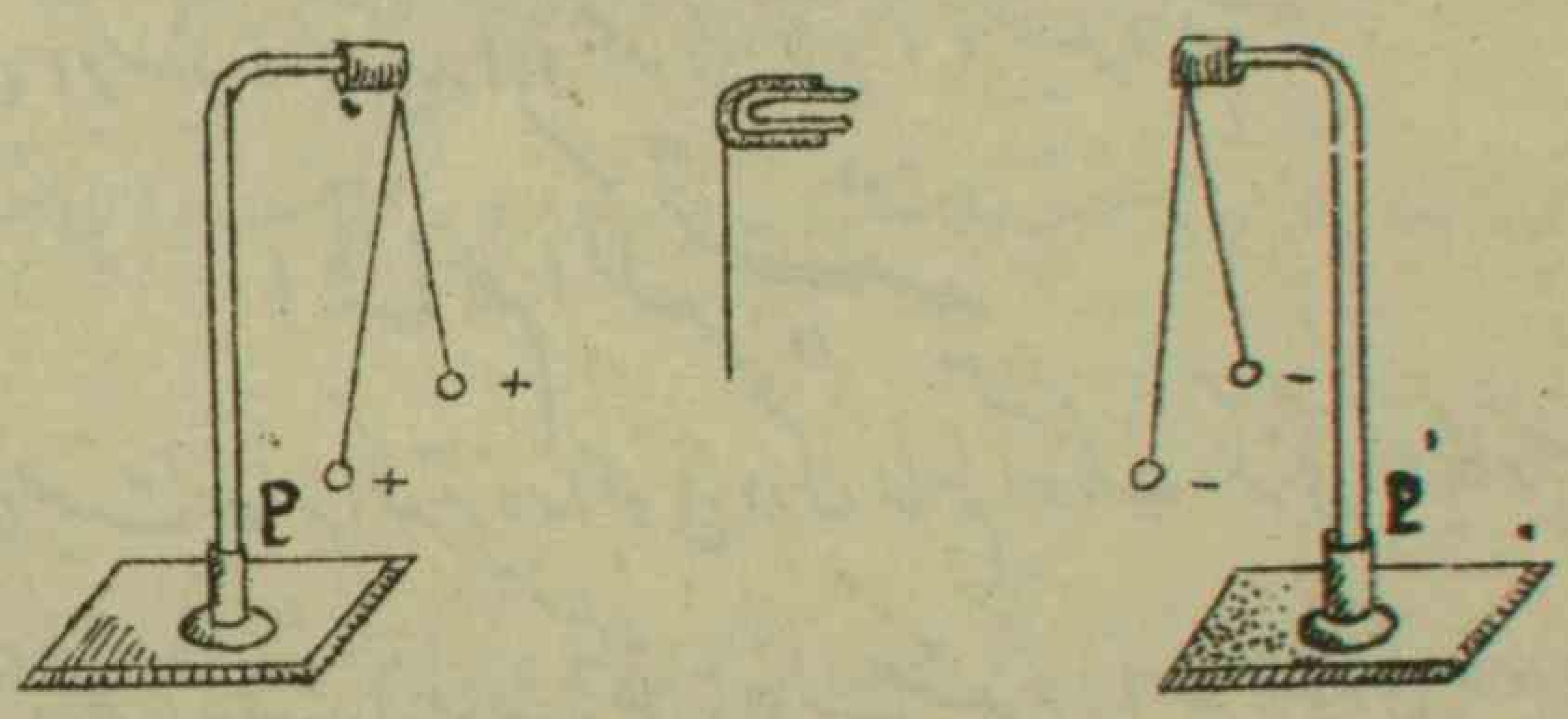
پس معلوم میشود که دو گلوله آونگ مزبور که بواسطه مجاورت بامیله شیشه V الکتریزه

شده اند یکدیگر را دفع میکنند — حال اگر میله سقزی R راکه بپارچه پشمی مالش داده ایم

بهمین آونگ نزدیک کنیم گلوله های آن فوراً جذب میله R میگردند درصورتیکه

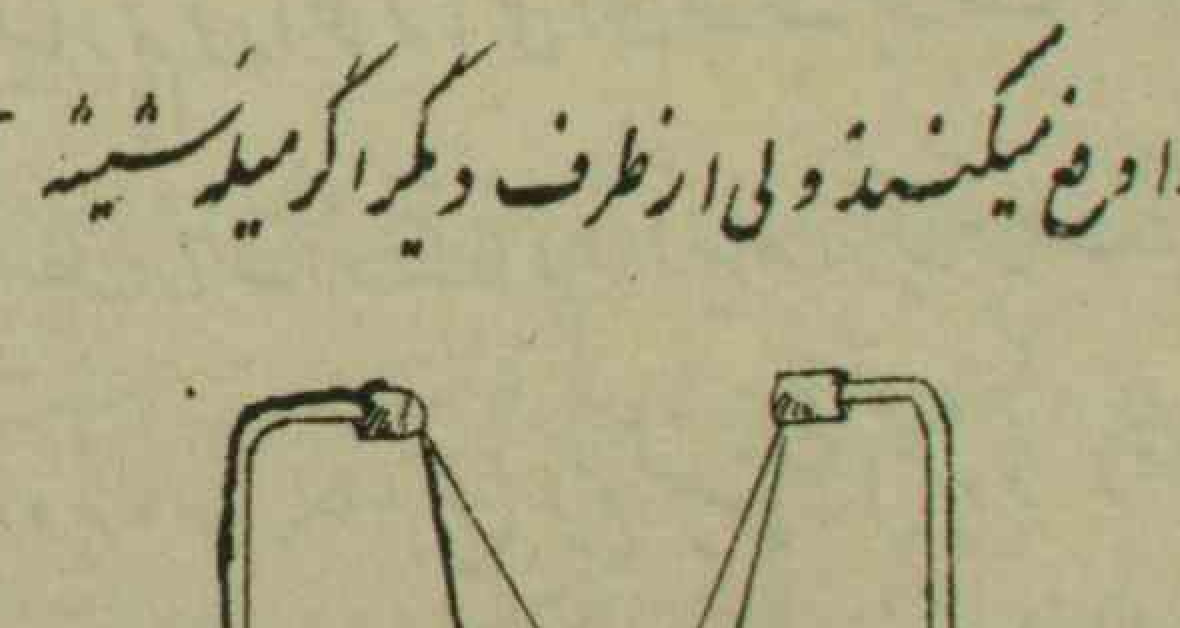
(ابونیت جسم عایقی است که از ترکیب کائوتچو وگوگرد بدست میآید (یک قسمت گوگرد و ۲ قسمت کائوتچو)

اگر میلهٔ مذکور را با ونگ P' که هیچ الکتریسیته ندارد نزدیک نمائیم مثل حالت اول ابتدا
گلوله های آن جذب و پس از لحظه بشدت بعقب رانده شده ، ازیکدیگر دور میمانند (شکل ۸۵)
یعنی در اینجا هم باز دو گلوله آونگ P' که بواسطه مجاورت با میلهٔ الکتریزه شده R



شکل ۸۵

دارای الکتریسیته شده اند همدیگر را دفع میکنند ولی از طرف دیگر اگر میلهٔ شیشه V را
با ونگ اخیر P' مجاور
سازیم گلوله های آن
مجذوب میله میشوند
برای تکمیل این تجربیات



شکل ۸۶

اگر آونگ های P و P' را که گلوله شان دارای الکتریسیته بوده و از هم دورند مجاور

یکدیگر سازیم.
هریک از گلوله های آونگ P با گلوله از آونگ P' نزدیک شده یکدیگر را جذب میکنند (شکل ۸۱) ولی اگر اجسام مختلفه را با پارچه پشمی اصطکاک داده و مجاور با اونگهای سابق آلذکر نمائیم اگر گلوله اونگ P را جذب کنند گلوله های P' را دفع میکند و بعکس اگر گلوله های آونگ P' را جذب نماید گلوله های آونگ P را حتماً دفع خواهد نمود — پس معلوم میشود که بواسطهٔ مالش اجسام دو نوع الکتریستیه تولید میشود. نوع اول الکتریستیه که از اصطکاک شیشه و نوع دوم الکتریستیه که از اصطکاک سقز حاصل میشود.
برای تمیز آنها از یکدیگر الکتریستیه را که از اصطکاک شیشه احداث میشود الکتریستیه شیشه یا مثبت (+) و الکتریستیه که از اصطکاک سقز حاصل میشود الکتریستیه سقزی یا منفی (−) خوانند
بنابراین میتوان نتایج تجربیات فوق الطریق ذیل بیان کرد:

۱- فقط دو قسم الکتریستیه موجود است و بس.

۲- هر دو جسمی که دارای یک نوع الکتریستیه باشند همدیگر را دفع نموده هر دو جسمی که الکتریستیه شان مختلف باشد یکدیگر را جذب میکنند.

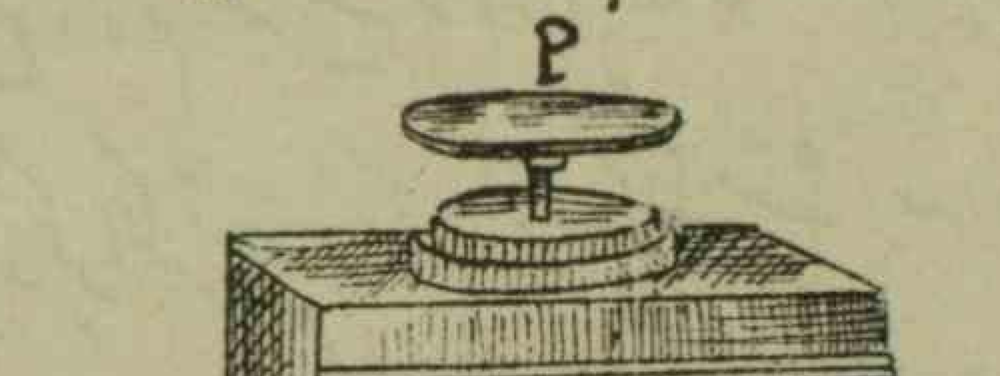
Electroscope الکترسکپ

اگر یک جسمی را با ونگ ساکنی نزدیک نموده عمل جذبی در گلوله آن مشاهده کنیم معلوم میشود

که جسم مزبور دارای الکتریسیته میباشد و هر اسبابی که برای تعیین الکتریسیته در اجسام بکار رود آن را الکتریسکپ نامند اما برای اینکه بدقت وجود الکتریسیته یا عدم آن در جسمی تحقیق شود آلتی بکار میبرند که خیلی حساس بوده و موسومست بالکتریسکپ با ورقه طلا

این آلت مرکب از تیغه ایست مسی مانند A که بانتهای آن دو ورقهٔ نازک طلا (a و b) بطول ۳ یا ۴ سانتیمتر و بعرض ۳ میلیمتر متصل است .

انتهای فوقانی تیغه بکفه P و یا بگلوله فلزی منتهی شده و قسمت تحتانی آن با ورقه های طلا داخل در جعبه و گلوله آن خارج است (شکل ۸۳) وضمنا استوانه از پارافین در مدخل جعبه قرار دارد که تیغه A از وسط آن عبور نموده و بانطریق عایقی بین جعبه و تیغه A حائل میشود .



شکل ۸۳

برای اینکه بدانیم جسمی دارای الکتریسیته بوده و یا عاری از آن است آن را بگلولهٔ الکتریسکپ متصل مینمائیم

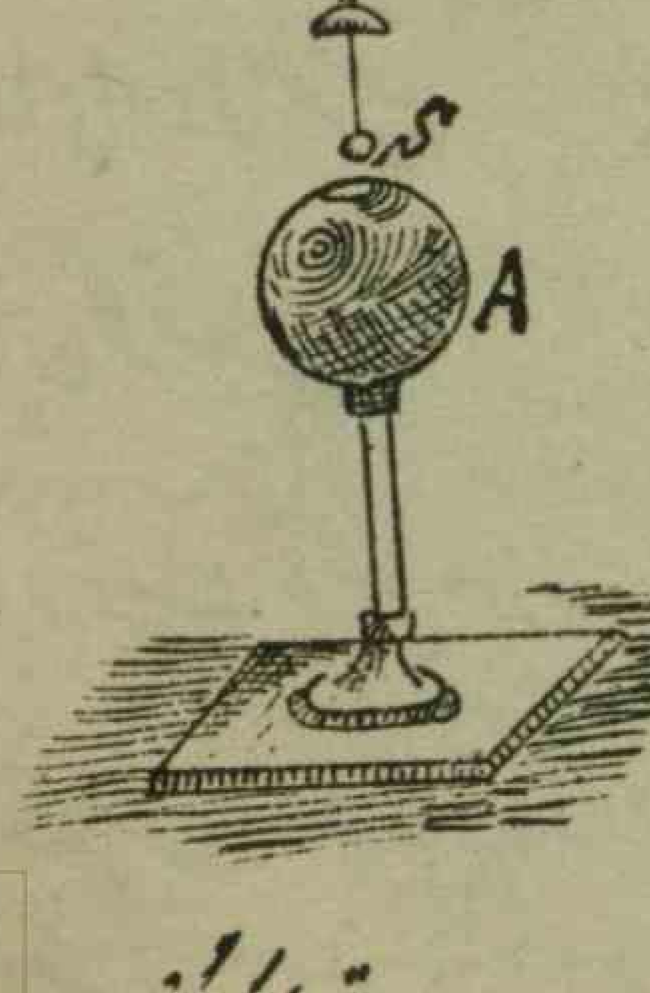
الکتریسیته در تیغهٔ مزبور منتشر شده داخل در ورقه های طلا میشود و چون دو ورقهٔ مزبور دارای یک نوع الکتریسیته میگردند بنابراین از هم دور شده زاویهٔ بین شان تشکیل میشود .

فائدهٔ جعبه V این است که ورقه های طلا را از اثر جریان هوا محفوظ میدارد و غالباً هم یکی از سطوح جعبه را از شیشه میسازند تا اینکه بتوان از خارج حرکت ورقه های طلا را مشاهده نمود (شکل ۸۴)

این نوع الکتروسکپ خیلی دقیق و مقادیر الکتریسیته را هر قدر هم که کم باشد بخوبی تعیین میکند چنانکه اگر پارچهٔ پشمی را بکرهٔ S اصطکاک دهیم دور شدن ورقه های طلا مشاهده میشود .

توزیع الکتریسیته

۱ــ تجربهٔ کولن Coulomb ــ کرهٔ مجوف مسی A دارای ثقبه ایست که بواسطهٔ سرپوشی مسدود شده ، ان کره دارای الکتریسیته است . گلولهٔ فلزی S را



باانتهای نخ ابریشمین آویخته و آن را داخل در کرهٔ مجوف A مینمائیم بطوری که گلوله باسطح داخلی آن اصطکاک پیدا کند .

س ۸۵ تجربهٔ کولن

پس باهستگی سرپوش را بلند نموده و سعی میکنیم گلولهٔ S را بدون انکه باسطح خارجی کره

اصطکاک پیدا کند از آن بیرون بیاوریم در اینحال اگر آن را بگلوله الکترسکپ نزدیک سازیم

در ورقه های طلای آن ابداً حرکتی مشاهده نخواهیم کرد ش ۸۵

۲- تجربه کاوندیش Cavendish - کره هادی S در روی پایۀ

عایقی قرار گرفته و دارای الکتریسیته میباشد دو نیمکره فلزی H و H' که هر دو دارای

دستۀ عایقی هستند اختیار کرده و آنها را طوری بهم دیگر نزدیک میکنیم که گلوله S کاملاً در درون

آنها واقع شود و پس از آنکه گلوله با سطح داخلی نیمکره ها اصطکاک حاصل نموده دو نیمکره را از هم دور

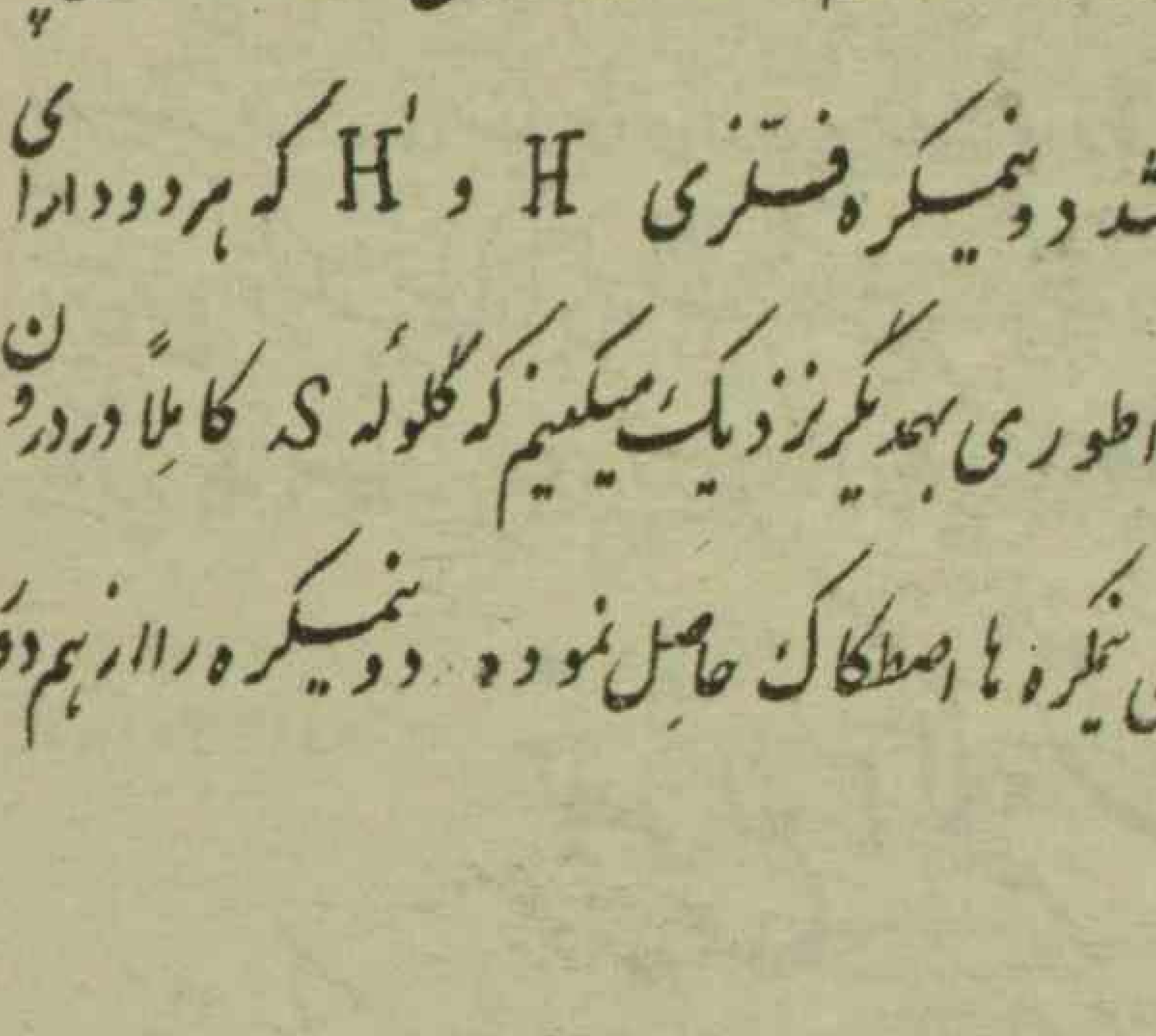
کرده با الکترسکپ نزدیک میکنیم

از روی ورقه های طلا معلوم میشود

که گلوله عاری از الکتریسیته بوده

و برعکس نیمکره های دارای الکتریسیته

شده اند بنابراین الکتریسیته از داخل



بخارج انتقال یافته است (شکل ۸۶)

ش ۸۶ تجربۀ کاوندیش

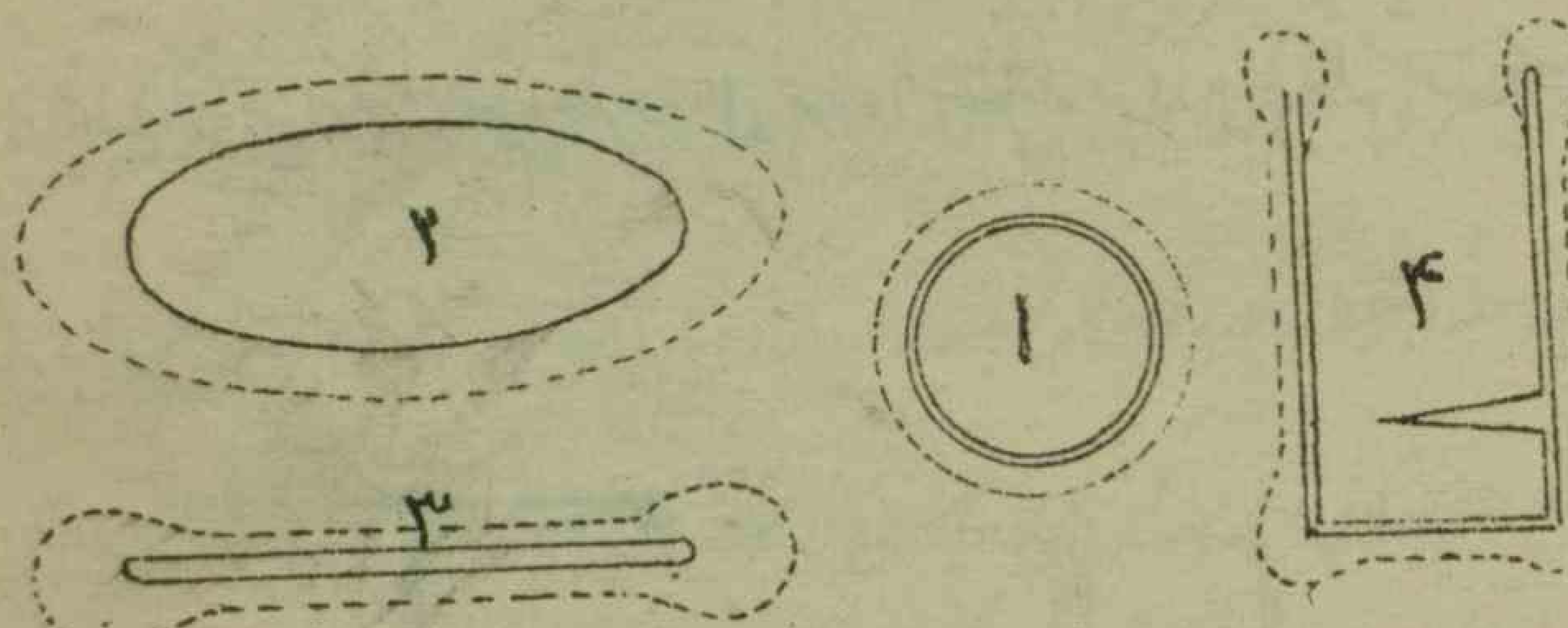
از این تجربیات چنین معلوم میشود که انتشار الکتریسیته در اجسام هادی کاملاً سطحی بوده در درون آنها

هیچ الکتریسیته وجود ندارد.

اگر هم سطح خارجی جسم هادی متقطع و مثلاً بشکل شبکه های فلزی باشد بار الکتریسیته در سطح خارجی

شبکه ها انتشار یافته و در سطح داخلی آن ابداً اثری از الکتریسته نخواهد بود .

در سطح خارجی اجسام هم توزیع الکتریسته یکسان نیست بامعنی که عموماً الکتریسته در نقاطی از اجسام که برجسته تراند بیشتر جمع میشود مثلاً در کره فلزی که روی پایهٔ عایقی قرار گرفته باشد تمام نقاط سطح آن دارای یک مقدار الکتریسته است (شکل ۸۷) ولی در جسم بیضی شکل و میله فلزی الکتریسته بیشتر در دو انتهاشان (۲ و ۳) و در جسمی شکل (۴) الکتریسته در گوشه ها و دو انتهای آن بیشتر از نقاط دیگر انتشار میباید



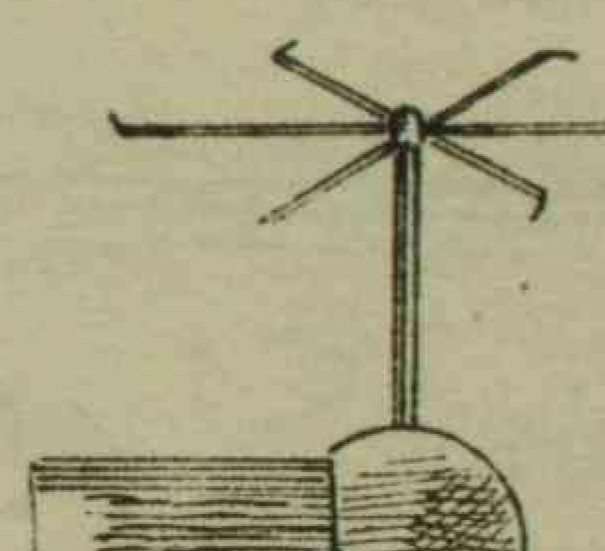
س ۸۷ توزیع الکتریسته دراجسام

قدرت نوکها — چنانکه ملاحظه شد الکتریسته در نقاط انتهائی جسم و در زوایای محدب آنها بیشتر از سایر جاها جمع میشود و اگر انتهای جسم هادی خیلی تیز باشد الکتریسته بیشتر در آن نقطه جمع شده و کم کم از آنجا در هوا پراکنده میشود مثلاً اگر جسم نوک تیزی را بدستگاه مولد الکتریسته متصل کنیم فشار الکتریسته در نوک جسم جریانی در هوا تولید میکند که اگر شمع روشنی را مجاور آن قرار دهیم

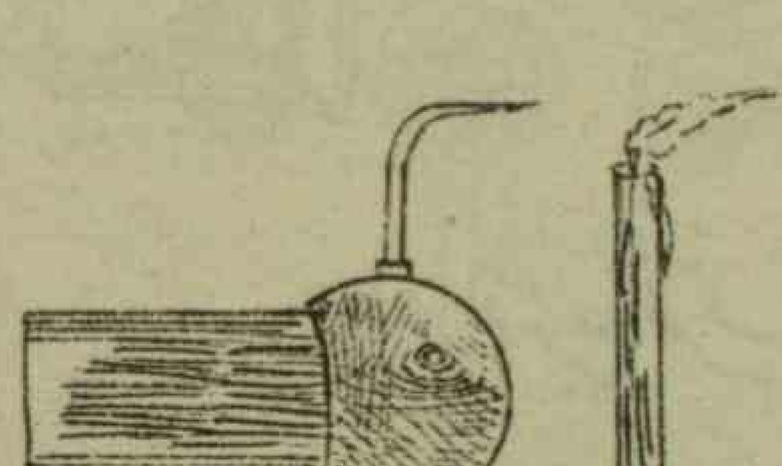
بواسطهٔ جریان هوا شعلهٔ شمع از حالت قائم منحرف گشته و چنانچه مقدار الکتریسیته خیلی زیاد باشد
شمع را خاموش میکند (شکل ۸۸)

فرفرهٔ الکتریکی نیز از روی خاصیت نوکها ساخته شده و آن عبارت از چند میلهٔ نوک تیزی است که از
وسط بیکدیگر چسبیده و بحالت آزادی میتوانند در روی محور قائمی دوران کنند . چون این محور
قائم را بدستگاه مولد الکتریسیته مربوط سازیم الکتریسیته وارد در میله ها شده و در حین عبور از نوکها
بواسطهٔ جریانی که در هوا ایجاد میکند دور خود میچرخد (شکل ۸۹)

خروج الکتریسیته از نوک جسم با اثر نورانی همراه است چنانکه در تاریکی بر نوک مثبت دسته از شعاع



ش ۸۹ فرفرهٔ الکتریکی



ش ۸۸ خاموش شدن شمع بواسطهٔ نوک

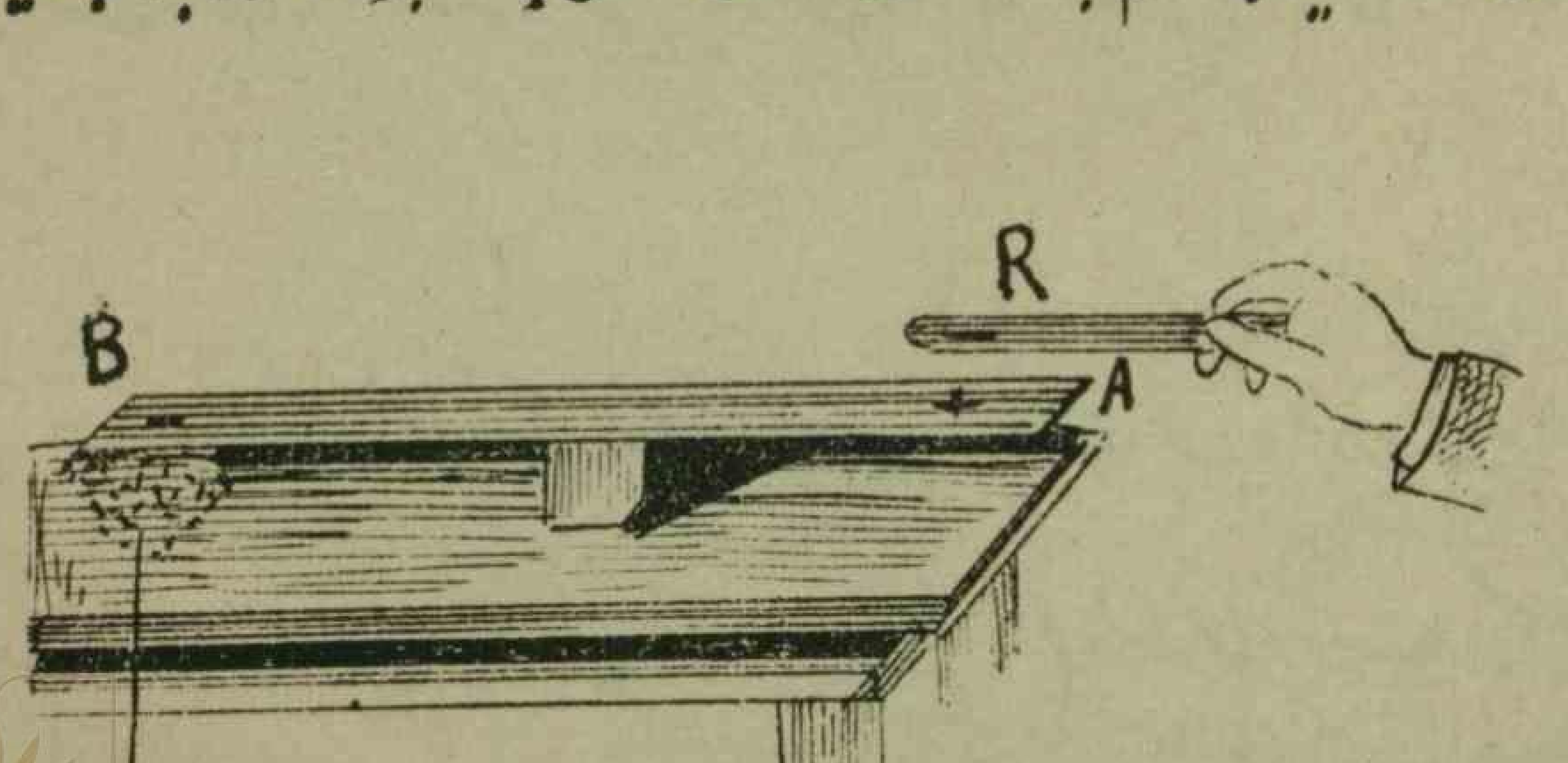
روشنی و بر نوک منفی نقطهٔ نیری مشاهده میشود .

فصل دوّم

الکتریسیته القائی

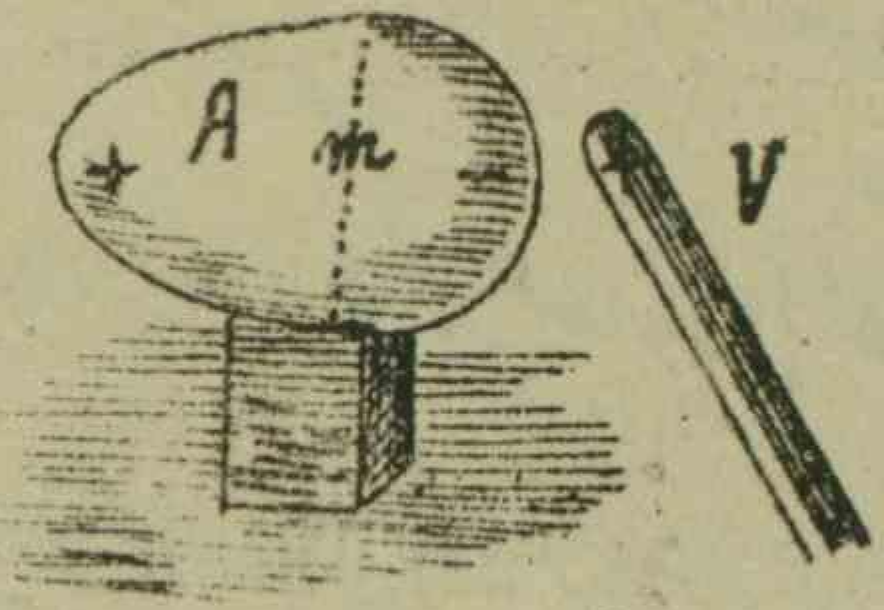
تولید الکتریسیته منحصر باصطکاک اجسام یا پارچهٔ پشمی و یا اتصال آنها باجسام الکتریسیته دار نیست بلکه بواسطهٔ مجاورت نیز ممکن است در اجسام تولید الکتریسیته نمود و این نوع الکتریسیته را الکتریسیته مجاورتی یا القائی نامند .

۱ - خطّ کش فلزی AB را در روی پارافین یا جسم عایق دیگری قرار داده میلهٔ سقزی R را که قبلاً بواسطهٔ اصطکاک در آن الکتریسیته تولید کرده‌ایم بانتهای A نزدیک میکنیم در اینحال دیده میشود در انتهای دیگر خطّ کش مزبور یعنی در نقطهٔ B هم الکتریسیته احداث شده ، خرده‌های کاغذ و یا اجسام سبک وزنی اگر در آن حوالی باشد بطرف خود جذب مینماید (شکل ۹۰)



(ش ۹۰ در نتیجهٔ مجاورت الکتریسیته میله سقزی با میله فلزی در این یکی ایجاد الکتریسیته شده ذرات کاغذ را بخود جذب میکند)

۲- جسم فلزی A در روی قطعه پارافینی قرار گرفته است و ما اگر یک میله شیشه را که دارای



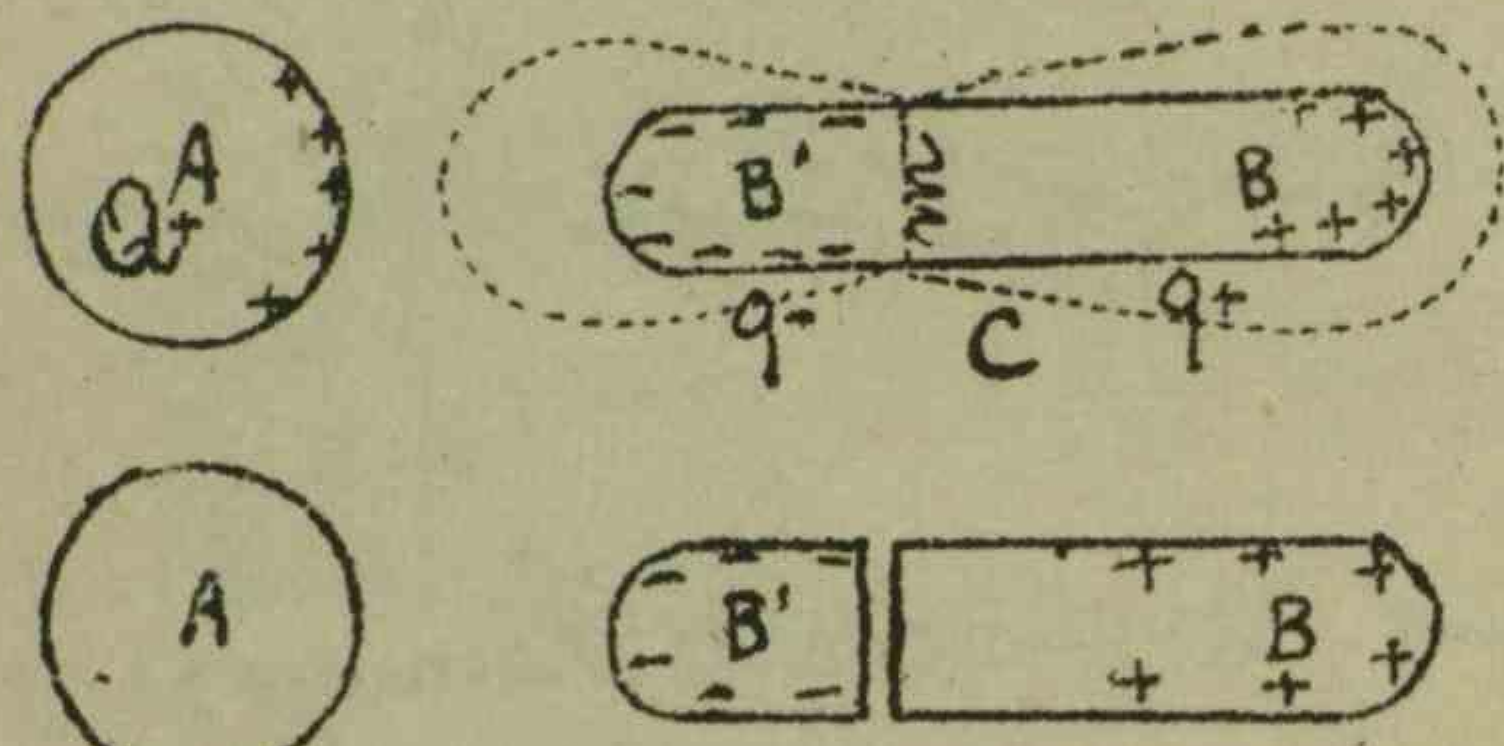
ش ۹۱

الکتریسیته است با آن نزدیک سازیم بواسطهٔ مجاورت فوراً در جسم A تولید الکتریسیته میشود با نطریق که قسمتی از آن که بمیله شیشه نزدیک تر است دارای الکتریسیته منفی (مخالف الکتریسیته میله) و قسمتی که از آن دور تر است دارای الکتریسیته مثبت (همجنس الکتریسیته میله) میباشد صحت این مطلب بواسطهٔ الکتروسکپ با پاندول مضاعف بخوبی معلوم میشود (شکل ۹۱)

قسمت مرکزی m دارای الکتریسیته نبوده و الکتریسیته القائی مزبور هم تا وقتی که میله مجاور آنست وجود داشته و بمحض اینکه آن را دور کنیم هیچ اثری از آن باقی نخواهد ماند.

۳- کره فلزی A را که بنا بفرض دارای الکتریسیته مثبت بوده و در روی پایه عایقی قرار گرفته است مجاور استوانه فلزی C مینمائیم. بواسطهٔ مجاورت در استوانه C دو منطقه متمایز الکتریکی احداث میشود یکی منطقهٔ B که نزدیک کره A بوده و دارای الکتریسیته منفی است دیگری منطقهٔ B که دارای الکتریسیته مثبت یعنی همجنس

الکتریسیته A میباشد . در ناحیهٔ mm هیچ نوع الکتریسیته وجود نداشته و خط mm که دو
منطقه فوق الذکر را از یکدیگر جدا میسازد بخط خنثی یا خط بلا اثر Ligne neutre
موسوم شده است حال اگر استوانهٔ C را در امتداد خط خنثی بدو قسمت تقسیم نموده کره فلزی
A را دور سازیم الکتریسیته آنها معدوم نشده هر یک از قسمتها دارای الکتریسیته خواهند
بود (قسمت B' دارای الکتریسیته منفی و قسمت B دارای الکتریسیته مثبت است)
(شکل)



۹۲

حصول الکتریسیته در نتیجه مجاورت اجسام طریقه سهلی برای تولید آن بدست میدهد باین ترتیب
ممکن است دو نوع الکتریسیته متساوی و مختلف الجنس تولید نمود ولی باید این نکته را متذکر بود
که مقدار الکتریسیته حاصله بواسطه مجاورت در جسم C کمتر از الکتریسیته جسم A بوده ولی
الکتریسیته دو قسمت B و B' متساوی و مختلف الجنس اند $q^+ = q^-$

$Q^+ > q^-$ (شکل ۹۲)

اگر در همین تجربه پس از نزدیکی کرهٔ A باستوانهٔ C بتوسط مفتولی این استوانه را بزمین متصل سازیم و یا انگشت روی آن گذاریم در هر نقطهٔ که این عمل صورت بگیرد الکتریسیتهٔ مثبت که دورتر از جسم مزبور و نوع الکتریسیته آن موافق A است بکلّی از بین رفته فقط الکتریسیتهٔ منفی در آن باقی میماند و تا وقتی که کره A نزدیک استوانه است الکتریسیته منفی در قسمت مجاور آن وجود داشته و همینکه کره را از آن دور کنیم در تمام نقاط استوانهٔ C منتشر میشود .

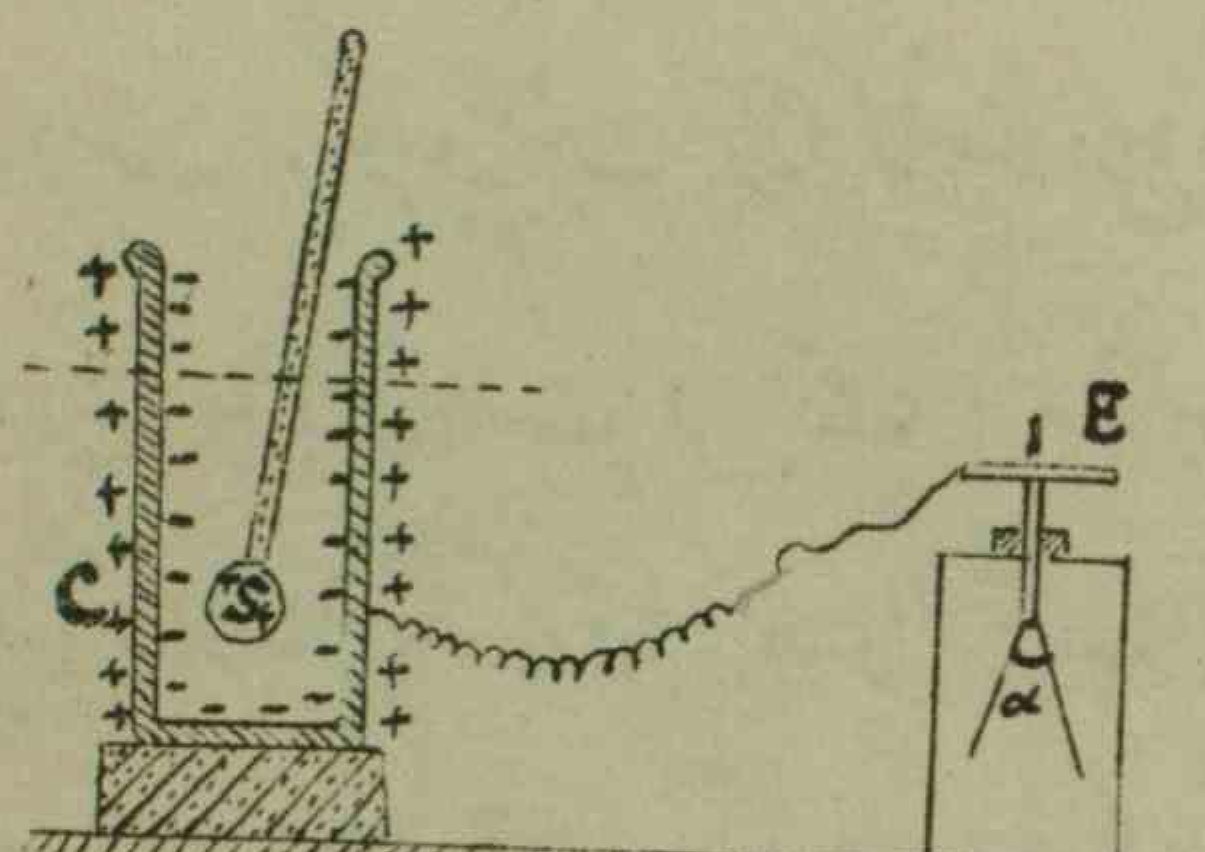
از این تجربیات چنین نتیجه میشود که بر اثر مجاورت ممکن است بسهولت در اجسام الکتریسیتهٔ تولید نمود .

استوانهٔ فاراده Cylindre de Faraday استوانهٔ فلزی

C را در روی جسم عایقی قرار داده و گلوله هادی S را که دارای الکتریسیته مثبت و دسته عایقی بآن متصل است داخل در این استوانه مینمائیم . بمحض اینکه گلولهٔ S داخل در استوانهٔ گردیده دو منطقه الکتریسیته مختلف در آن تولید میشود :

یکی سطح خارجی استوانه که دارای الکتریسیته مثبت (و یا بطور کلی قسمتی که الکتریسیته آن بجنس الکتریسیته جسم S) بوده و دیگری سطح داخلی آن الکتریسیته منفی (و یا ناحیه که الکتریسیته آن مخالف الکتریسیته S) خواهد بود .

اگر استوانه مزبور وجود الکتریسیته در سطح خارجی استوانه محقق میشود بامعنی که بمحض اینکه گلوله S داخل در استوانه شود فوراً مابین ورقه های طلای الکتروسکپ زاویه مساوی تشکیل شده و پس از خروج آن بلافاصله ورقه های طلا بحال اوّل خود یعنی درامتداد قائم قرار میگیرند و اگر هم گلوله را در داخل استوانه حرکت دهیم مادام که باجدار آن صطکاک ننموده است زاویه α تغییرناپذیر میماند ش ۹۳ ولی اگر در اینموقع یعنی تا وقتیکه الکتریسیته گلوله S در استوانه

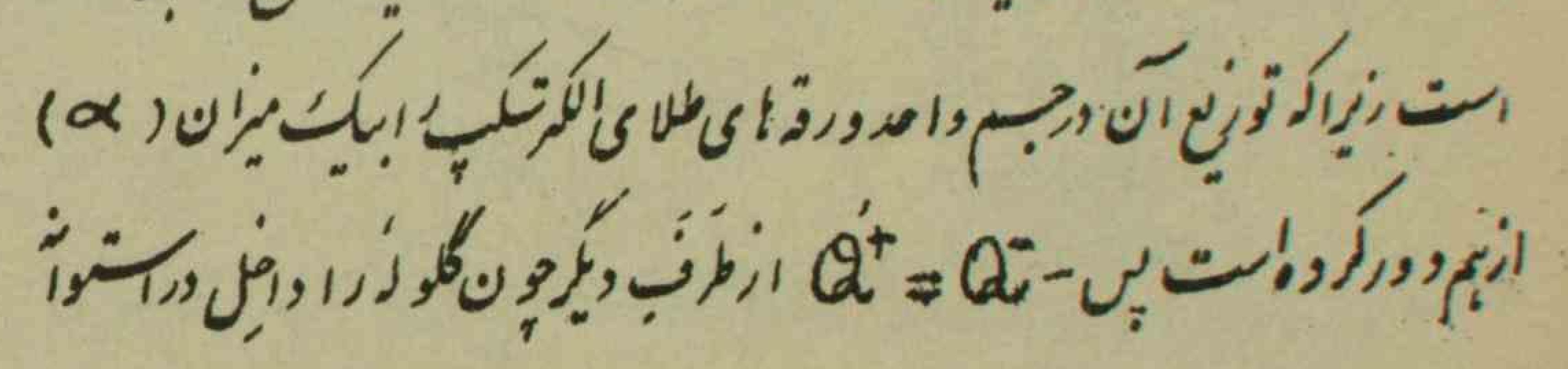


ش ۹۳

C تأثیر دارد بوسیله مفتولی استوانه را بزمین متصل سازیم و یا دست روی آن بگذاریم الکتریسیته مثبت معدوم میشود و حتی اگر هم اتصال مفتول بزمین یا دست زدن باستوانه هم درسطح داخلی آن صورت بگیرد باز الکتریسیته همجنس یعنی الکتریسیته مثبت از بین میرود و علت این امر آنست که دو الکتریسیته مخالف جاذب یکدیگرند بنابراین الکتریسیته که درسطح داخلی استوانه منتشر است مجذوب الکتریسیته مثبت گلوله شده و فقط الکتریسیته سطح خارجی استوانه

معدوم میشود و بهمین جهة است که ورقه های الکتر سکپ در امتداد خط قائم قرار میگیرند (شکل ۹۵)
حال اگر رابطه استوانه را با زمین قطع و گلوله را از آن خارج نمائیم الکتریسیته منفی که بواسطه تاثیر
الکتریسیته گلوله در سطح داخلی استوانه باقیمانده بود دیگر در آن محل مخصوص نمانده در سطح خارجی
استوانه انتشار می یابد و مجدداً بین ورقه های الکتروسکپ همان زاویه α تشکیل میشود
(۳ و ۴ شکل ۹۵)

وضمناً هم معلوم میشود که مقدار الکتریسیته مثبت Q^+ که قبلاً در سطح خارجی استوانه منتشر
بوده مساوی مقدار الکتریسیته منفی است (Q^-) که حالیه در سطح خارجی آن منتشر
است زیراکه توزیع آن در جسم واحد ورقه های طلای الکتر سکپ را بیک میزان (α)
از هم دور کرده است پس $Q^+ = -Q^-$ از طرف دیگر چون گلوله را داخل در استوانه

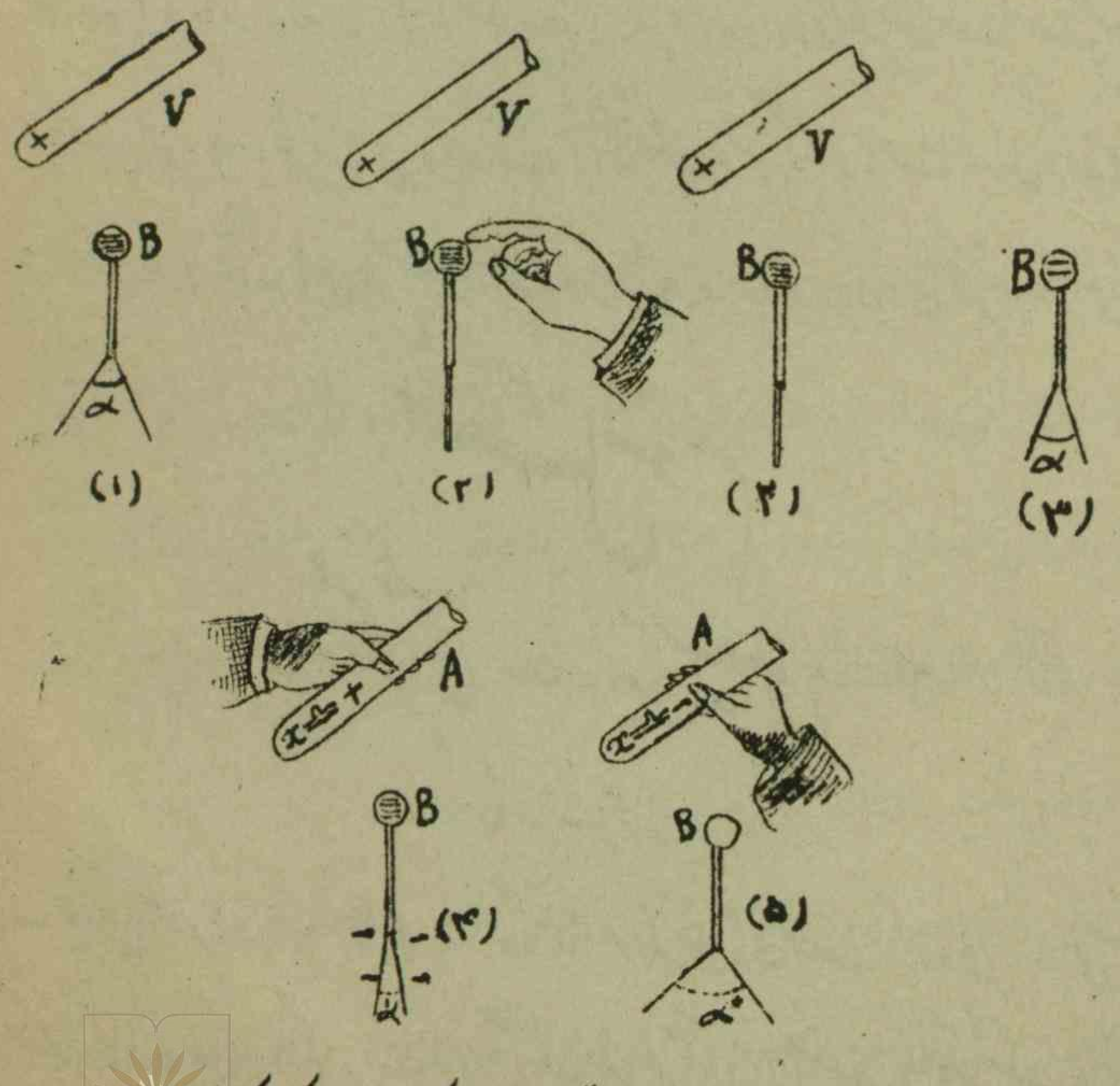


شکل ۹۵

C کرده بعد آن متصل کنیم الکتریسیته آن در استوانه منتشر شده و مجدداً بین ورقه های

علا زاویهٔ مساوی α تشکیل میباید . ازاینجا معلوم میشود که مقدار الکتریسیته جسم S (Q^+) مساوی با مقدار الکتریسیته هائی است که براثر مجاورت آن در استوانه تولید شده است یعنی : $Q^+ = Q'^+ = Q^-$ (قضیهٔ فاراده) س ۹۵ و ۹۵

تعیین نوع الکتریسیته — ازروی الکتروسکپ میتوان نوع الکتریسیته جسمی را تعیین کرد از اینقرار : میلهٔ شیشه را با پارچه پشمی مالش داده باشیم اگر بگلولهٔ B



س ۹۶ تعیین نوع الکتریسیته با الکتروسکپ

الکتروسکپ مجاور کنیم (اشکل ۹۶) ورقه های طلا از یکدیگر دور میشوند و چون دست را

گلوله بگذاریم (۲) الکتریسیته مثبت از بین میرود حال اگر دست خود را بر داشته و جسم

را دور کنیم (۳) الکتریسیته منفی که در اثر مجاورت حادث شده بود در تمام سطح آن منتشر شده

و بنابراین مجدداً اوراق های طلا از یکدیگر دور میشوند با در اینحال الکتروسکپ دارای الکتریسیته معلومی

است (منفی) (۴)

برای تعیین الکتریسیته یک جسمی کافی است که آن را آنی بالکتروسکپ نزدیک کنیم اگر ورقه های

طلا بیکدیگر نزدیک شدند (۴) معلوم میشود که جسم مزبور دارای الکتریسیته مثبت است چه در اینصورت

الکتریسیته جسم A الکتریسیته منفی (مخالف) الکتروسکپ را خنثی کرده باعث اتصال ورقه ها شده است

و بالعکس اگر ورقه های طلا بیشتر از هم دور شدند جسم مزبور دارای الکتریسیته منفی خواهد بود (۵)

فصل سوم

سطح الکتریکی — پتانسیل Potentiel

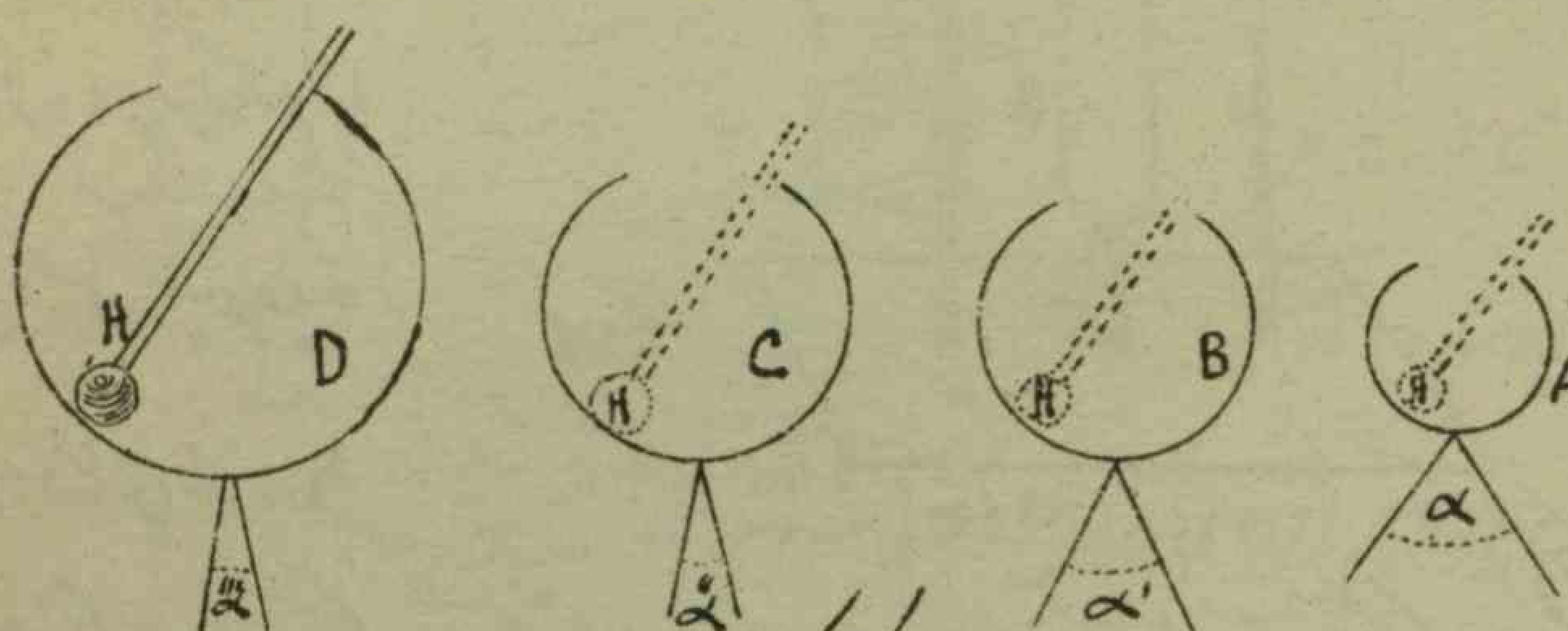
مشاهدات تجربی

۱ — چند کره فلزی A و B و C و D را که قطرشان مختلف و در روی پایه عایقی نصب اند

اختیار کرده و بهریک از کرات مزبور آونگ مضاعفی آویزان میکنیم (الکتروسکپ)

و بعد از آن جسم H که دارای مقدار معینی الکتریسیته است متوالیاً داخل در هریک از کرات

نموده مشاهده میکنیم که گلوله های آونگ در کرات A و B و C و D بیک میزان
از هم دور نشده یعنی هر قدر کره کوچکتر باشد دو گلوله بیشتر از یکدیگر دور میشوند و بالعکس س۹۷
بطوریکه زاویهٔ α حادثه از تقاطع دو نخ تعلیق آونگ با قطر کرات نسبت معکوس دارد یعنی
$\alpha > \alpha' > \alpha'' > \alpha'''$ است (شکل ۹۷) میباشد

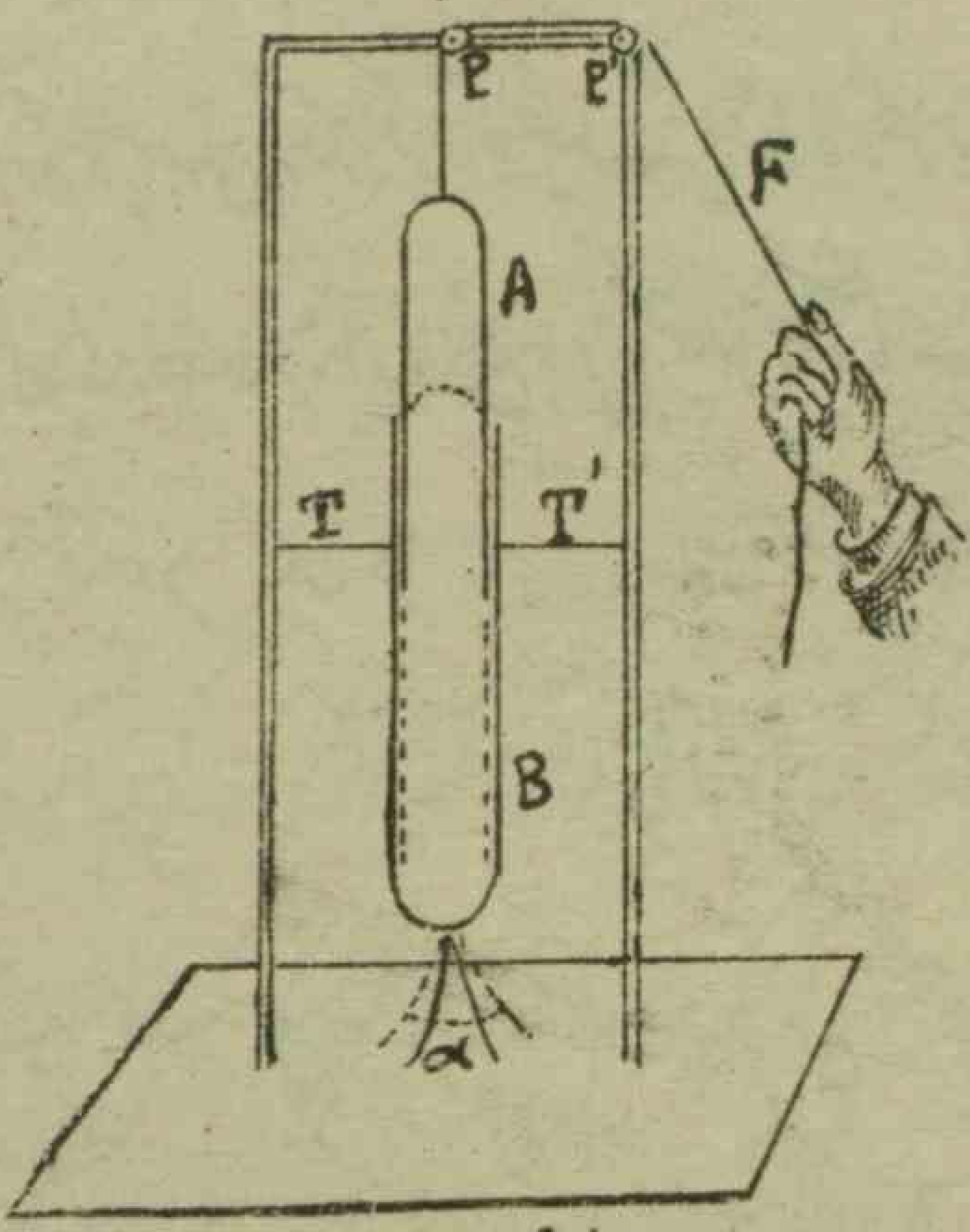


س۹۷ سطح الکتریکی

۲- استوانهٔ فلزی B بواسطهٔ دو میلهٔ افقی T و T' در روی چارچوب عایقی نصب
شده و بانتهای تحتانی آن آونگ مضاعفی معلق است . استوانهٔ دیگری مانند A داخل
آن بوده و بواسطهٔ نخ F که از دو قرقره P و P' عبور میکنند ممکن است آن را
بالا و پائین کشید س۹۸

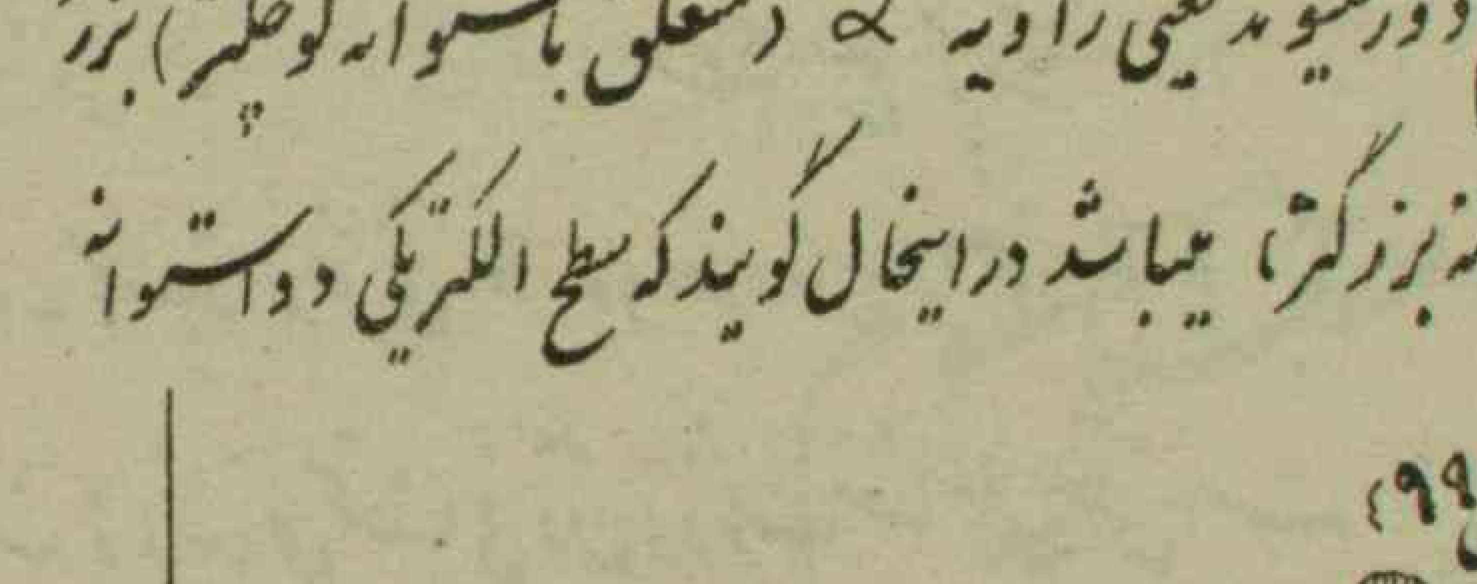
ابتدا این دو استوانه را داخل درهم کرده و جسمی را که دارای الکتریسیته است بیکی از آنها
متصل میکنیم . الکتریسیته در استوانه های مزبور منتشر شده ، دو گلوله آونگ از یکدیگر
دور و زاویهٔ مساوی α مابین شان تشکیل میشود اما بمحض اینکه استوانه A را بالا

بکشیم فوراً زاویهٔ α کوچک شده و هر قدر استوانهٔ A بالاتر ببریم این زاویه کوچکتر میشود



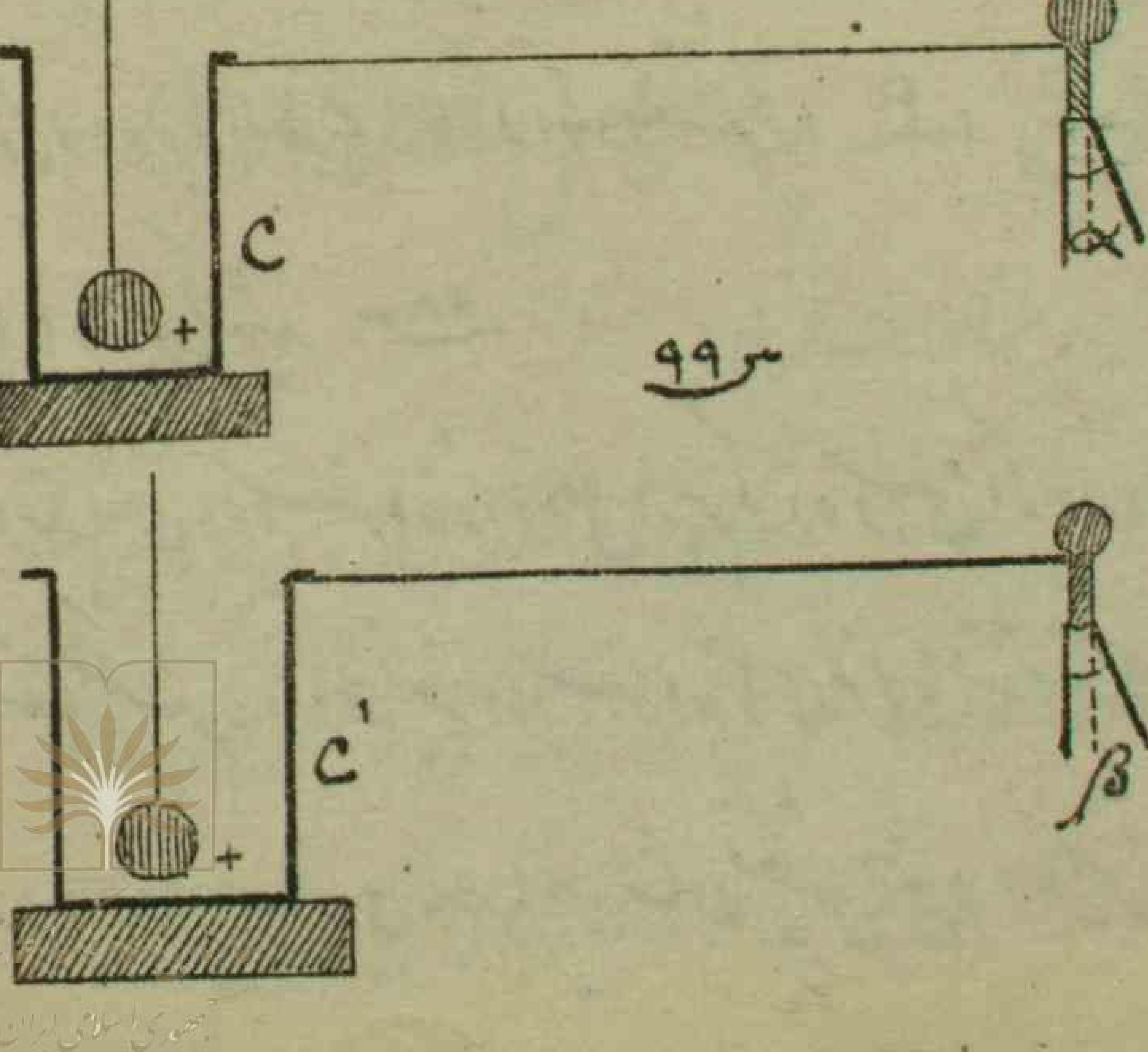
ش ۹۸

۳ - اگر دو استوانهٔ فاراد که حجمشان مختلف ولی مقدار الکتریسیته‌شان یکی باشد انتخاب کرده و هر کدام را بالکتروسکپی وصل کنیم دیده میشود که ورقه‌های طلا در دو الکتروسکپ بیک میزان از هم دور نمیشوند یعنی زاویهٔ α (متعلق باستوانهٔ کوچکتر) بزرگتر از زاویهٔ β (متعلق باستوانهٔ بزرگتر) میباشد در اینحال گویند که سطح الکتریکی دو استوانه (C و 'C) مختلف است (شکل ۹۹)

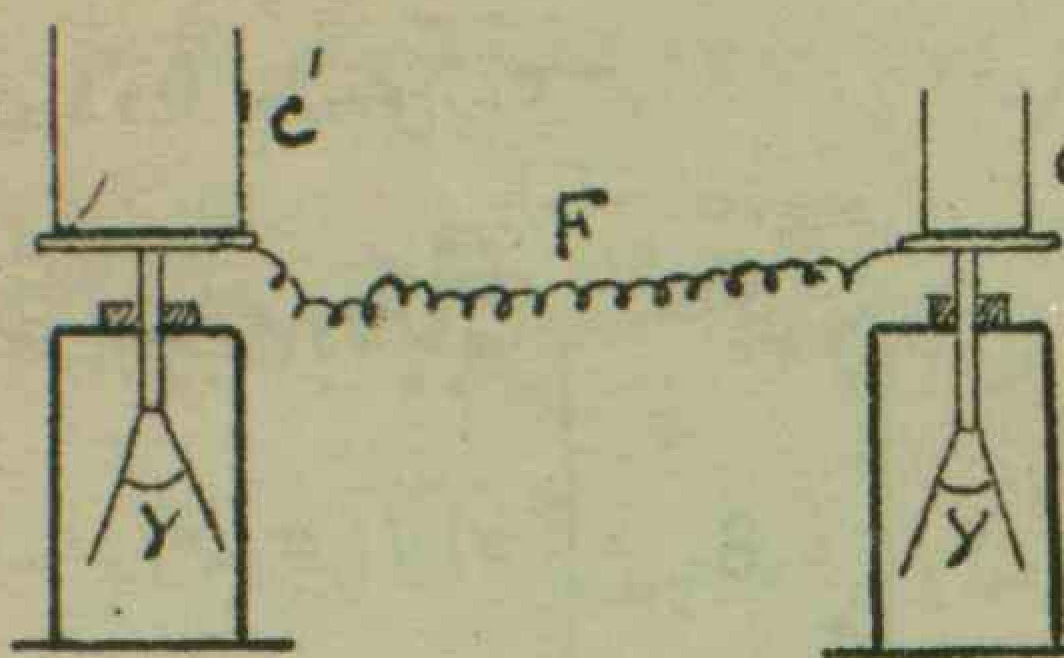


ش ۹۹

۴ - اگر در تجربهٔ (۳) دو استوانهٔ C و 'C را بوسیلهٔ مفتول نازکی بهم وصل کنیم (شکل ۱۰۰) مشاهده میشود زاویهٔ α کوچک شده و زاویهٔ β بزرگتر میشود یعنی که



پس از چند لحظه هر دو
مساوی V میگردند
$\alpha > V < \beta$
و بدیهی است که در مفتول
از C به C' جریانی
تولید شده و در نتیجه



ش ۱۰۰

آن هر دو جسم دارای یک سطح الکتریکی شده‌اند .

از روی این تجربیات معلوم میشود که فقط دانستن مقدار الکتریسیته یک جسم برای تعیین حالت الکتریکی آن کافی نیست بلکه حالت الکتریکی هر جسمی تابع دو عامل است یکی مقدار الکتریسیته یا Charge و دیگری سطح الکتریسیته Potentiel

ممکن است تجارب فوق الذکر را با مشاهدهٔ ذیل تشبیه کرده و از آن کیفیت سطح الکتریکی را بخوبی دریافت :

۱- اگر ظروف چندی که شکل شان مختلف ولی ظرفیت آنها یکی باشد اختیار کرده و در همه شان یک مقدار معینی آب بریزیم بدیهی است که هر قدر ارتفاع آب بیشتر باشد فشار وارد بر قعر ظرف زیادتر میشود - پس تنها معلوم بودن مقدار آب ظرفی فشار آن را تعیین نمیکند بلکه باید شکل ظرف را هم در نظر داشت

همچنین عده کالری که بمقدار معینی آب داده شود حالت حرارتی آن را (درجه حرارت) معلوم

نمیکند باینمعنی که مثلاً ۱۰۰۰ کالری درجه حرارت ۱۰۰ گرم آب را ده درجه بالا برد، همان عده

گالری درجه حرارت ۱۰ گرم آب را ۱۰۰ درجه ترقی میدهد

۲- دو ظرف A و B که دارای آب‌اند

بواسطه لوله T بیکدیگر مربوط میباشند

اگر شیر R را باز کنیم جریانی از

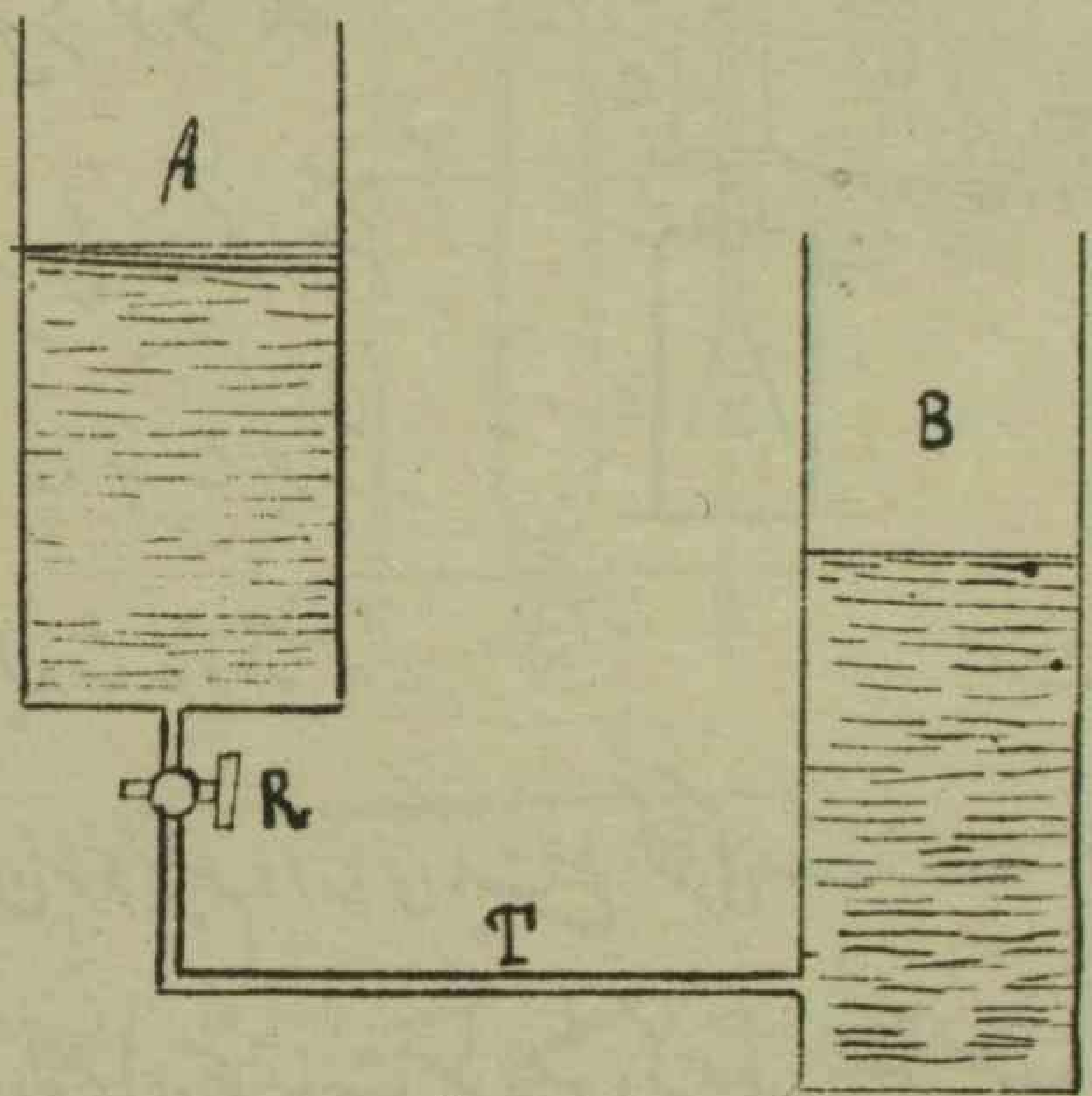
ظرف A که سطح آب در آن بالاتر

است بظرف B که سطح آن پائین‌تر است

تولید میشود و این جریان تا وقتی که

سطح آب در هر دو ظرف یکی نشده است

ادامه خواهد داشت س ۱۵۱



س ۱۵۱

همچنین اگر مجاورت دو جسم حالت حرارتی آنها را تغییر ندهد (یعنی مثلاً پس از مجاورت حجم آنها درجه حرارت

هیچکدام تغییر نکند) گوئیم که درجه حرارت هر دو یکی است و بالعکس

اگر مجاورت دو جسم سبب

تغییر درجه حرارتشان شود معلوم

میشود که درجه حرارت آنها



س ۱۵۲

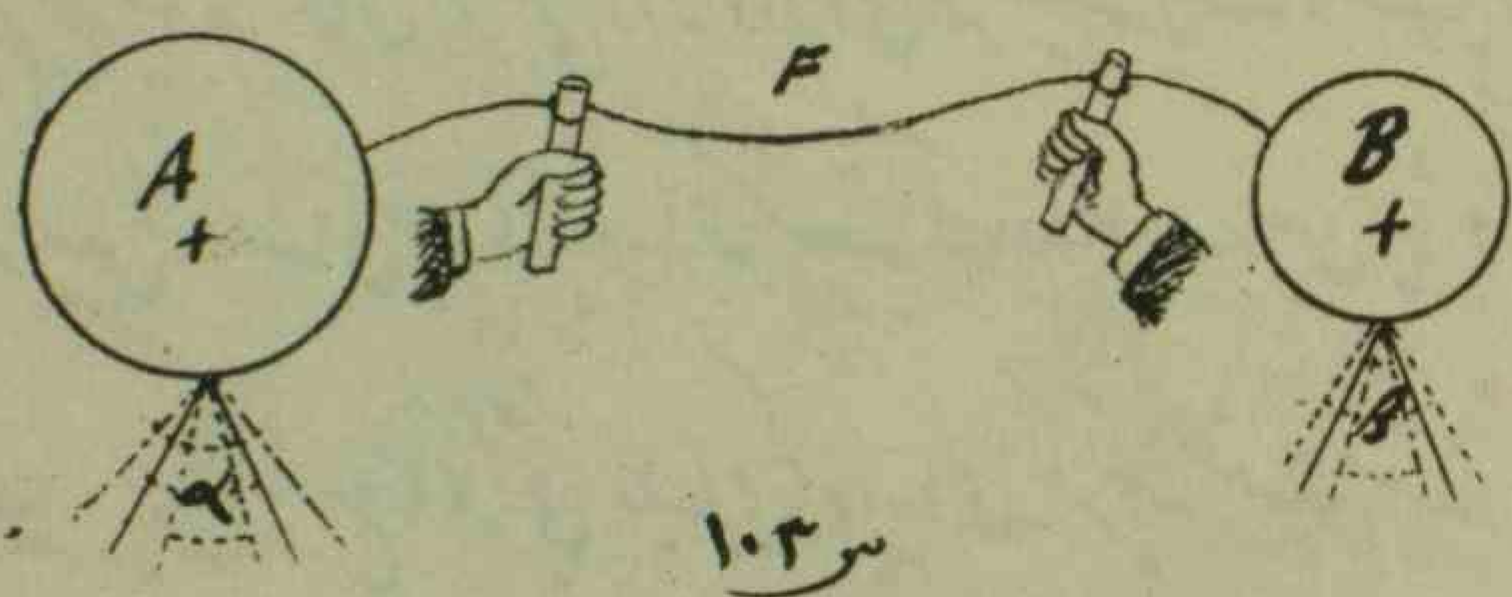
مختلف بوده است ، پس میتوانیم سطح الکتریکی اجسام را در مثال اول بارتفاع آب و در مثال دوم بدرجه

حرارت تشبیه کنیم.

حال فرض میکنیم که دو جسم هادی A و B از یکدیگر دور بوده و دارای الکتریسیته معلومی باشند (مثلاً مثبت) بدو جسم مزبور آونگ مضاعفی نیز آویزان نموده ایم گلوله های آونگ از یکدیگر دور شده در جسم A زاویهٔ مساوی α و در جسم B زاویهٔ مساوی β تشکیل میگردد سپس دو جسم A و B را بتوسط مفتول هادی بیکدیگر وصل میکنیم.

بنابرآنکه سطح الکتریکی A زیادتر یا مساوی و یا پست تر از آن باشد سه حالت ممکن است اتفاق افتد: س ۱۰۳

۱- ارتباط دو جسم A و B بواسطهٔ مفتول هادی ابداً هیچ تغییری در زوایای α



س ۱۰۳

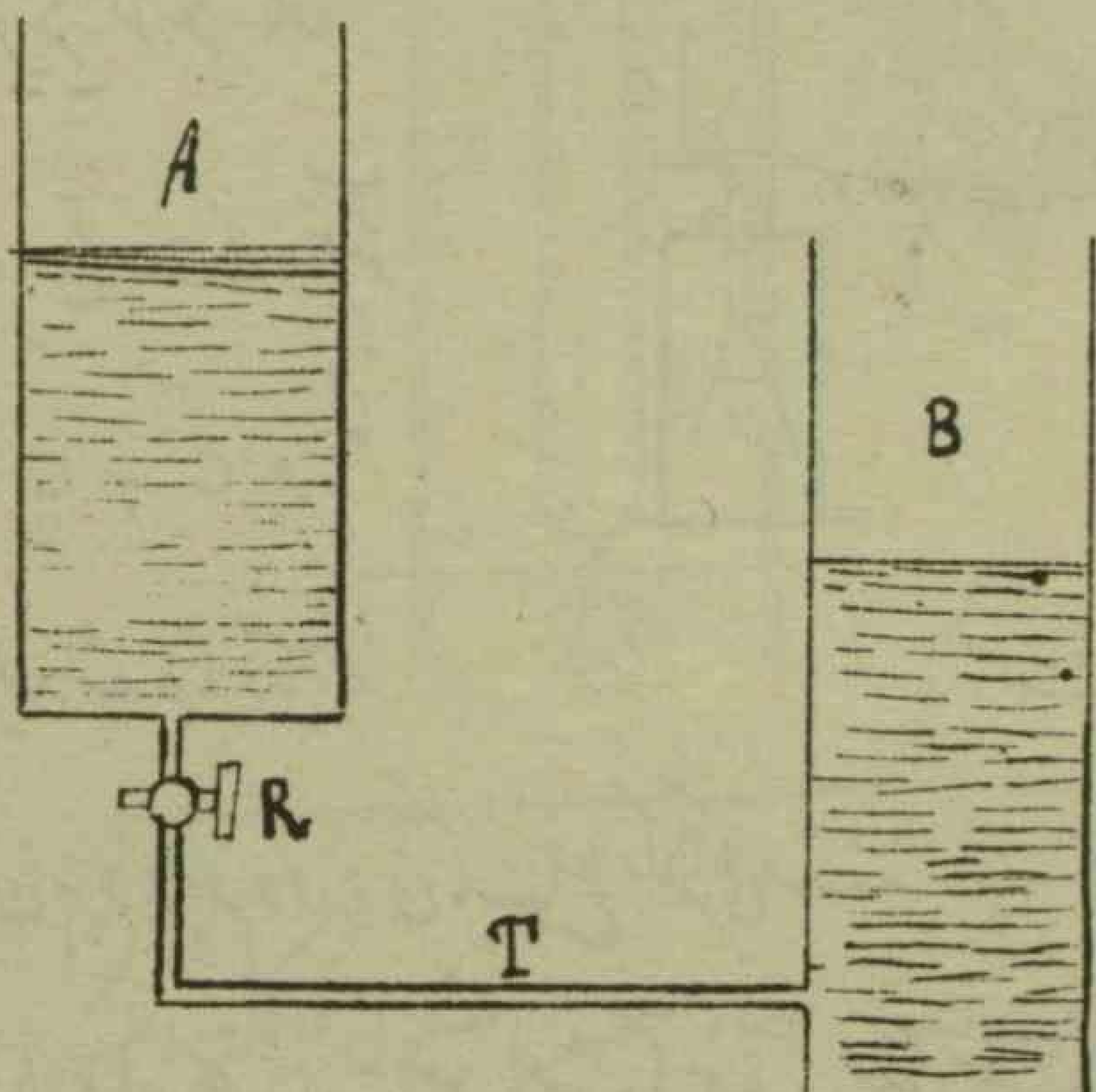
و β نداده و بهمان حالت اول باقی مانده در این صورت معلوم میشود دو جسم A و B دارای یک سطح الکتریکی میباشند

۲- ارتباط دو جسم A و B سبب میشود که زاویهٔ α کوچک شده مساوی α' میگردد ($\alpha' < \alpha$) در ضمن زاویه β بزرگ شده مساوی β' گشته است ($\beta' > \beta$)

در اینجا گوئیم که قبل از ارتباط دو جسم مزبور با یکدیگر سطح الکتریکی جسم A بلند تر از

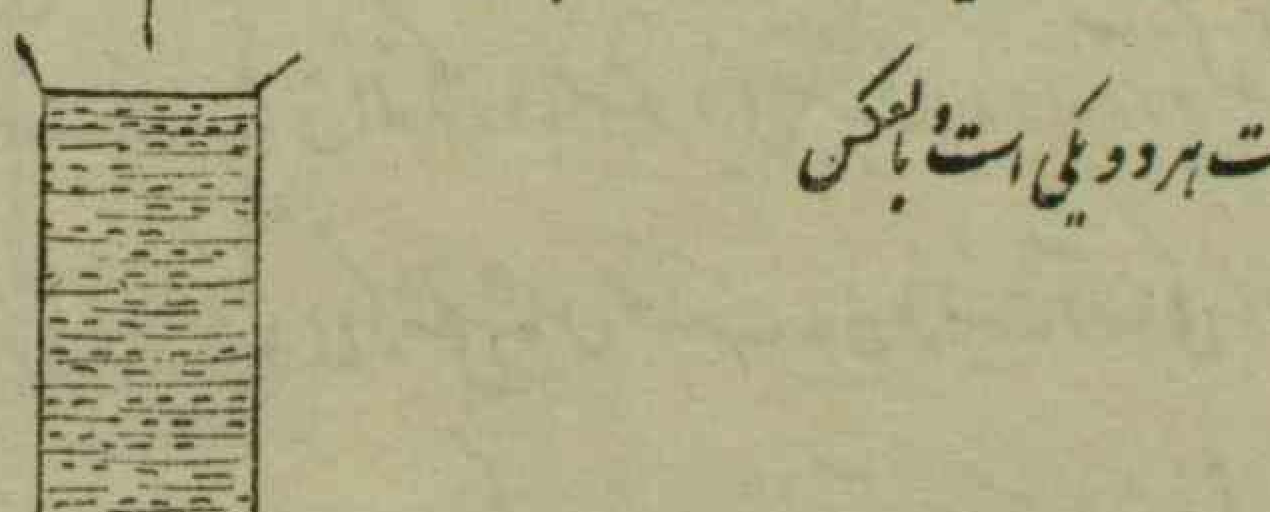
نمیکند بالمعنی که مثلاً ۱۰۰۰ کالری درجه حرارت ۱۰۰ گرم آب را ده درجه بالا ببرد، همان عده کالری درجه حرارت ۱۰ گرم آب را ۱۰۰ درجه ترقی میدهد

۲- دو ظرف A و B که دارای آب اند بواسطهٔ لولهٔ T بیکدیگر مربوط میباشند اگر شیر R را باز کنیم جریانی از ظرف A که سطح آب در آن بالاتر است بظرف B که سطح آن پایین‌تر است تولید میشود و این جریان تا وقتی که سطح آب در هر دو ظرف یکی نشده است ادامه خواهد داشت س ۱۵۱



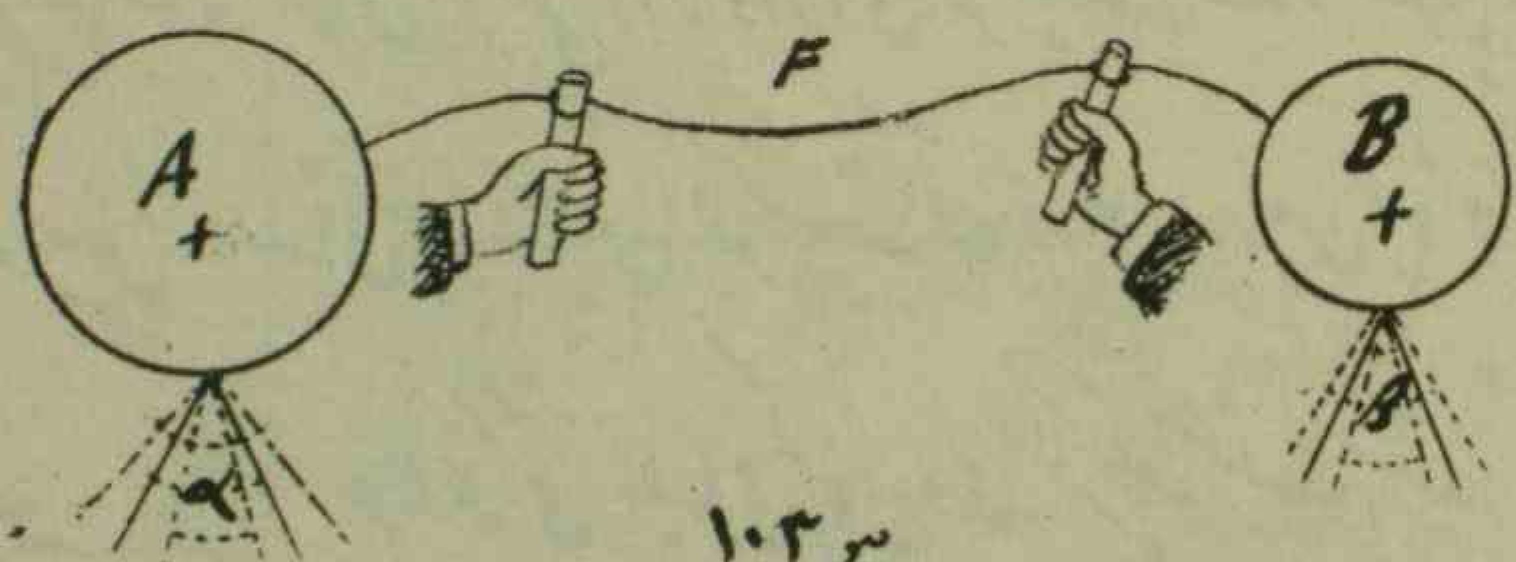
س ۱۵۱

همچنین اگر مجاورت دو جسم حالت حرارتی آنها را تغییر ندهد (یعنی مثلاً پس از مجاورت حجم آنها و درجه حرارت هیچکدام تغییر نکند) گوییم که درجه حرارت هر دو یکی است و بالعکس اگر مجاورت دو جسم سبب تغییر درجه حرارتشان شود معلوم میشود که درجه حرارت آنها مختلف بوده است، پس میتوانیم سطح الکتریکی اجسام را در مثال اول بارتفاع آب و در مثال دوم بدرجه حرارت تشبیه کنیم.


س ۱۵۲

حال فرض میکنیم که دو جسم هادی A و B از یکدیگر دور بوده و دارای الکتریسیته معلومی باشند (مثلاً مثبت) بدو جسم مزبور آونگ مضاعفی نیز آویزان نموده ایم گلوله های آونگ از یکدیگر دور شده در جسم A زاویهٔ مساوی α و در جسم B زاویهٔ مساوی β تشکیل میگردد سپس دو جسم A و B را بتوسط مفتول هادی بیکدیگر وصل میکنیم: بنا بر آنکه سطح الکتریکی A زیادتر یا مساوی و یا پست تر از آن باشد سه حالت ممکن است اتفاق افتد: ش ۱۰۳

۱ـ ارتباط دو جسم A و B بواسطهٔ مفتول هادی هیچ تغییری در زوایای α



ش ۱۰۳

β نداده و بهمان حالت اول باقی مانده در این صورت معلوم میشود دو جسم A و B دارای یک سطح الکتریکی میباشند

۲ـ ارتباط دو جسم A و B سبب میشود که زاویهٔ α کوچک شده و مساوی α' میگردد (α' < α) در ضمن زاویه β بزرگ شده و مساوی β' گشته است (β' = α')

در اینحال گوئیم که قبل از ارتباط دو جسم مزبور با یکدیگر سطح الکتریکی جسم A بلند تر از

B بوده و پس از اتصال مقداری از الکتریسیته A در B منتشر شده هردو هم سطح شده اند .

۳- اتصال دو جسم A و B زاویهٔ α را بزرگ و مساوی α' کرده و بعکس از عدد درجات زاویهٔ β کاسته است (β') یعنی بالاخره مقداری الکتریسیته از جسم B که سطح الکتریکی آن بلندتر از A بوده است در این یکی منتشر شده هردو در یک سطح قرار گرفته اند $\beta' = \alpha'$ پس بطور کلی چنین نتیجه میشود که هرگاه دو جسم دارای الکتریسیته بیکدیگر مربوط شوند مقداری الکتریسیته از جسمی که سطح الکتریکی آن بلندتر است در جسم دیگر منتشر شده و هردو هم سطح میشوند حال اگر جسمی را که دارای الکتریسیته مثبت است با زمین مقایسه کنیم خواهیم دید که پس از اتصال جسم با زمین الکتریسیتهٔ آن داخل در زمین میشود پس :

سطح الکتریکی زمین < سطح الکتریکی اجسامی که دارای الکتریسیته مثبت هستند .

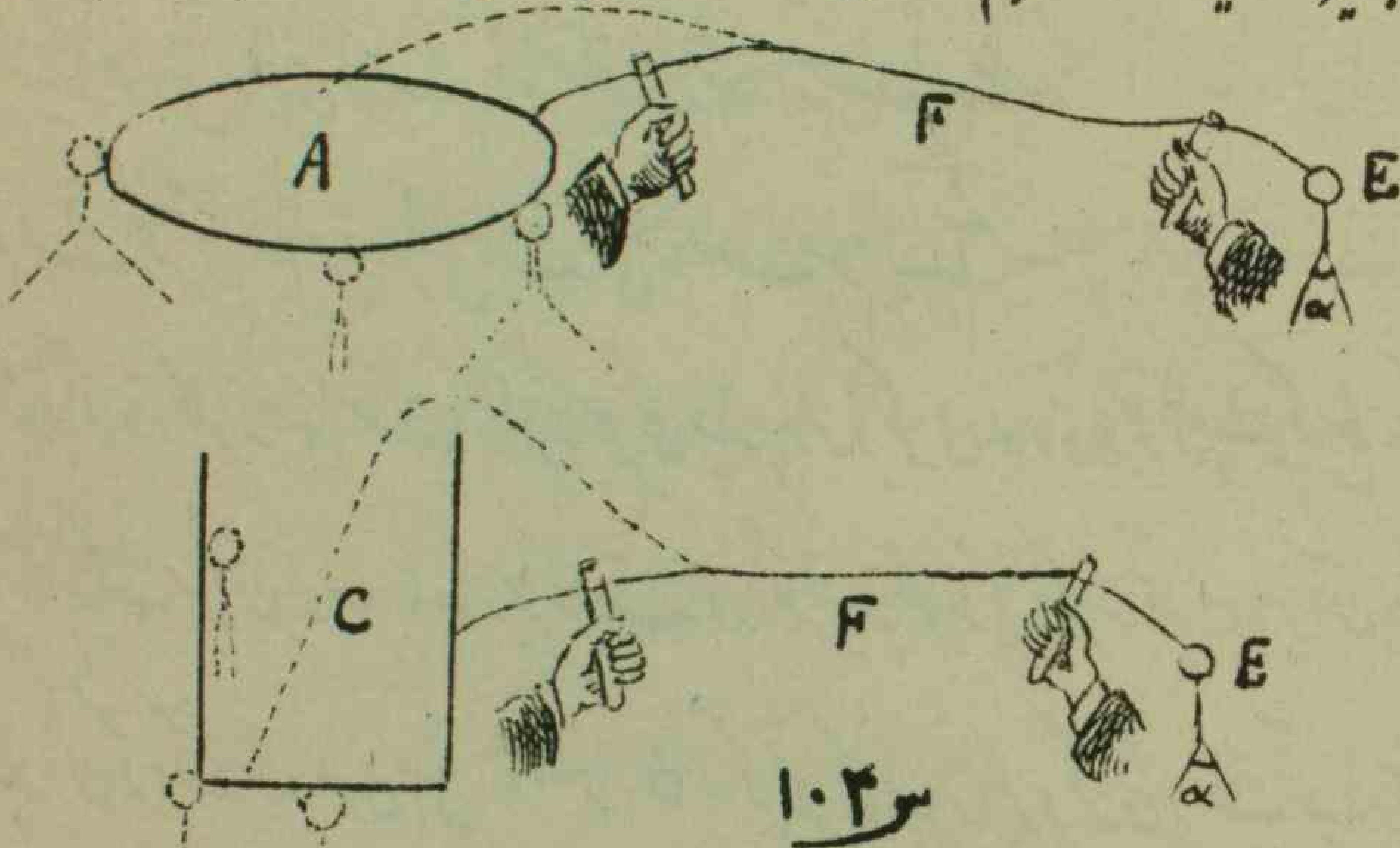
و اگر جسم دارای الکتریسیته منفی را با زمین ربط دهیم چنین بنظر میرسد که مقداری الکتریسیته از زمین داخل آن میشود پس :

سطح الکتریکی اجسامیکه دارای الکتریسیته منفی هستند < سطح الکتریکی زمین .

از اینجا معلوم میشود که سطح الکتریکی زمین حد فاصل ما بین سطح الکتریکی اجسام دارای اقسام دوگانه الکتریسیته میباشد و بانتیجه است که سطح الکتریکی آن را مبداء قرار داده بعدد صفر نمایش

میدهند .

این نکته را باید ملتفت بود که با اینکه در اجسام هادی الکتریسیته بیشتر در نوک و انتهاو یا در زوایا نشان جمع میشود معذلک سطح الکتریکی در تمام نقاط آن یکسان است چنانکه اگر در جسم بیضی شکل A که دارای الکتریسیته است آونگهای مضاعفی بنقاط مختلفه آن آویزان کنیم در دو انتهای آن گلوله ها بیشتر از سایر نقاط از هم دور میشوند درصورتیکه اگر یک انتهای مفتول F را با الکتریسکپ



ش ۱۰۴

E متصل نموده انتهای دیگر آن را در نقاط مختلفه جسم A حرکت دهیم در همه حال زاویهٔ α ثابت و تغییر ناپذیر میماند (شکل ۱۰۴)

(ظرفیت الکتریکی)

بتجربه ثابت شده است که هرگاه مقدار الکتریسیته Charge جسم هادی دو باسه . . . برابر گردد سطح الکتریکی آن نیز مضاعف یاسه یا . . . برابر خواهد شد

پس اگر مقدار الکتریسیته را Q و سطح الکتریکی جسمی را V فرض کنیم چنین خواهیم داشت

$$Q = C \cdot V \quad \text{یا} \quad \frac{Q}{V} = C$$

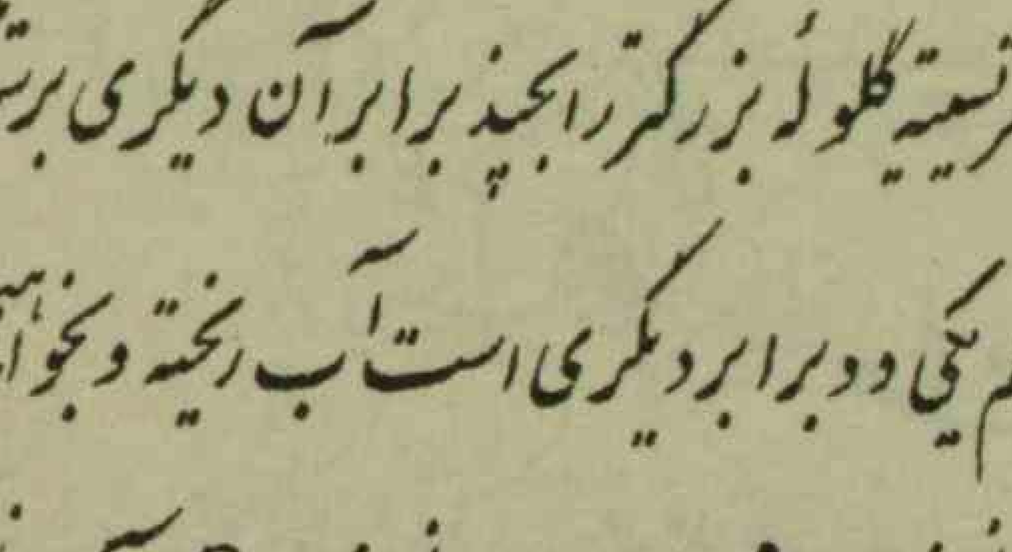
این مقدار را ظرفیت جسم هادی یا Capacité آن جسم نامند و آنرا میتوان بطریق ذیل تعریف کرد: **ظرفیت الکتریکی هر جسمی عبارت است از رابطه که بین مقدار الکتریسیته و سطح الکتریکی آن جسم موجود است** و این مقدار تا وقتیکه عوامل خارجی در جسم تاثیر نکنند مقداریست ثابت

ظرفیت الکتریکی فقط مربوط بشکل هندسی و وسعت جسم میباشد

مثلاً اگر دو گلوله مسی اختیار کنیم که حجم یکی چند برابر دیگری بوده و بخواهیم که سطح الکتریکی در هر دوی آنها بیک میزان برسد ناچاریم که مقدار الکتریسیته گلوله بزرگتر را چند برابر آن دیگری برسانیم

همچنان که اگر در دو ظرفی مثل A و B که حجم یکی دو برابر دیگری است آب ریخته و بخواهیم که سطح آب در هر دو یکسان باشد ناچاریم که در ظرف A دو برابر ظرف B آب بریزیم.

ظرفیت الکتریکی تا موقعیکه جسم در تحت تاثیر جسم الکتریزه دیگری واقع نشده باشد ثابت است والا



الکتریکی جسم تغییر میکند چنانکه ممکن است در یک جسمی که حجم آن چندان زیاد نباشد مقادیر زیادی الکتریسیته

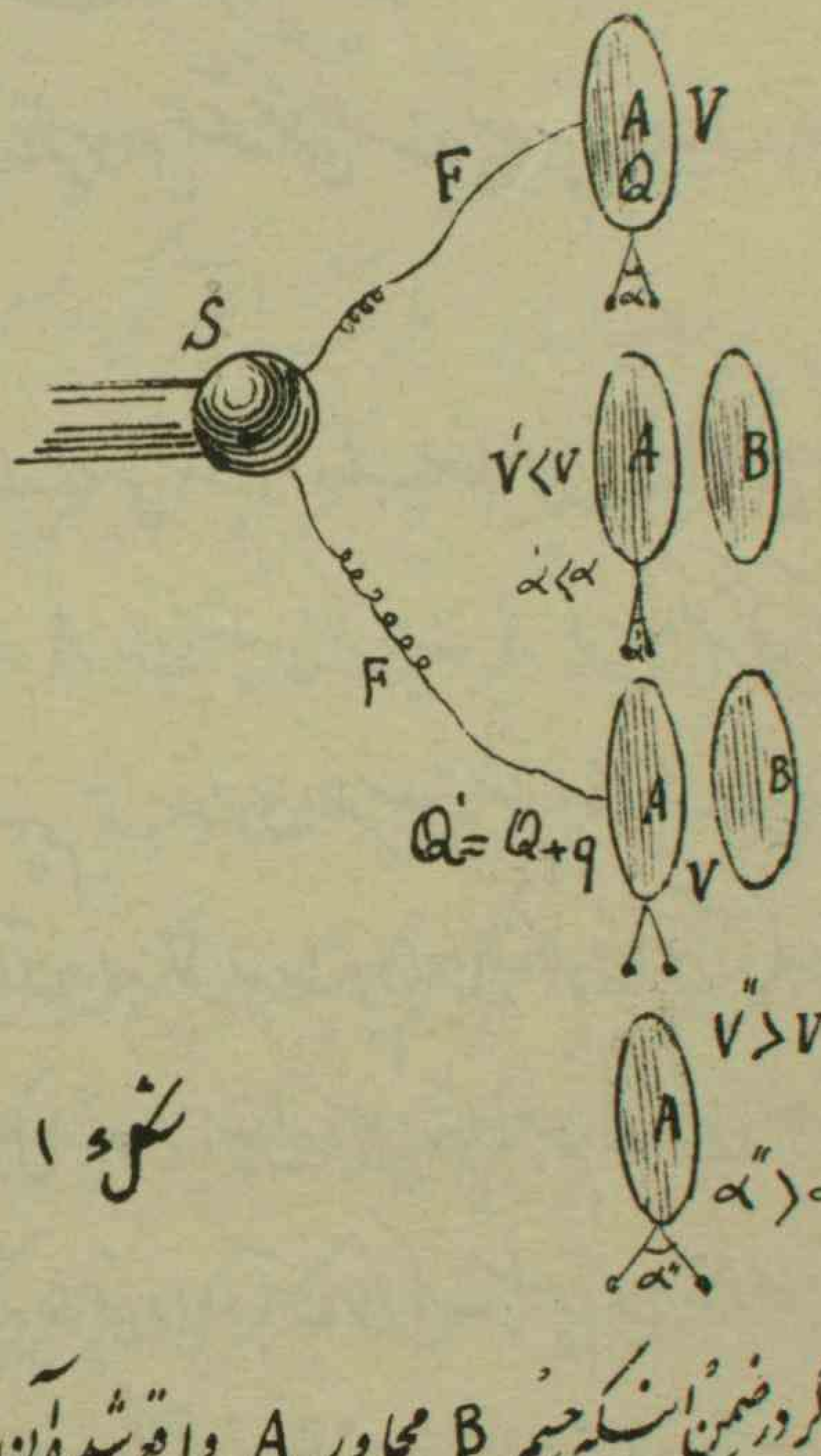
ذخیره میشود م ۱۵

تکاثف الکتریسیته

ظرفیت الکتریکی اجسام در نتیجه تاثیر عوامل مختلفه ممکن است تغییر پذیرد چنانکه از تجربیات ذیل واضح میشود :

جسم هادی A در روی پایهٔ عایقی نصب و آونگ مضاعفی بزیر آن متصل است . بوسیلهٔ مفتول نازک F جسم A را با ماشین الکتریک S که سطح الکتریکی آن مساوی V و ثابت است مربوط میکنیم . مقداری الکتریسیته مثلاً باندازهٔ Q از ماشین وارد در جسم A شده سطح الکتریکی آن را به V میرساند و باین جهة گلولهٔ های آونگ از هم دور شده زاویهٔ α بین شان تشکیل میشود . پس از قطع ارتباط جسم A را با ماشین قطع کرده و جسم دیگری مانند B را که پایهٔ عایقی دارد بآن نزدیک میکنیم ، در اثر مجاورت در جسم B مقداری الکتریسیته که جنساً مخالف الکتریسیته A است حادث شده و سبب میشود که سطح الکتریکی جسم A از V تنزل کرده به V′ برسد و زاویهٔ بین گلولهٔ های آونگ هم کوچکتر شده باندازهٔ α′ گردد . در اینجا با آنکه مقدار الکتریسیته جسم A هیچ تغییری نکرده معذلک چون سطح الکتریکی آن پائین آمده است لذا ظرفیت آن زیاد شده است زیرا مطابق دستور $Q = C.V$ چون در مقدار V نقصان حاصل شده است

پس قاعدةً بایستی مقدار C یعنی ظرفیت الکتریکی زیاد شود س ۱۶



شکل ۱

حال اگر در ضمن اینکه جسم B مجاور A واقع شده آن را مجدداً با ماشین ارتباط دهیم چون سطح الکتریکی آن از V به V' نقصان یافته است بنابراین مقداری الکتریسیته مثلاً q از ماشین وارد جسم A میشود و سطح الکتریکی آن دوباره از V' به V ترقی میدهد و ضمناً بار گلوله های آونگ از هم دور شده زاویهٔ اولی α بین شان تشکیل میشود و در اینحال مجموع مقدار الکتریسیته جسم A باندازه Q + q خواهد بود

چنانچه دوباره رابطهٔ جسم A را با ماشین قطع وجسم B را هم از آن دور کنیم سطح الکتریکی آن $\bar{V}$ ومیزان الکتریسیتهٔ آن $Q+q$ خواهد بود پس در اینصورت مطابق دستور

$\frac{Q}{V} = C$ بلاشک ظرفیت الکتریکی جسم A ترقی کرده است

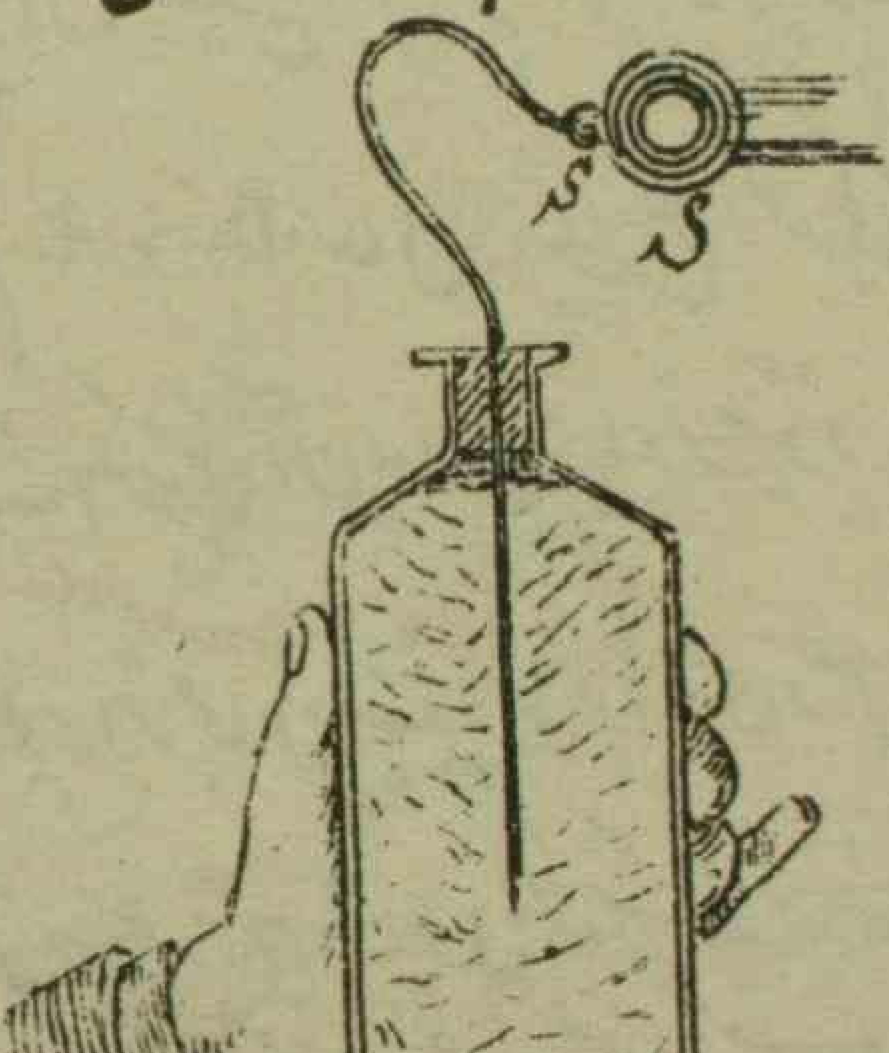
برای اینکه باز هم ظرفیت الکتریکی جسم A زیادتر شود ویا بعبارت دیگر بتواند مقدار زیادتری الکتریسیته درخود ذخیره کند جسم B را که بزمین اتصال دارد بآن نزدیک میکنیم ایندفعه باز سطح الکتریکی آن تنزل کرده مثلاً به $\bar{\bar{V}}$ میرسد وبرای اینکه مجدداً از $\bar{\bar{V}}$ به V ترقی کند بایستی مقداری الکتریسیته از ماشین داخل جسم A شود اگر در همین تجربه صفحهٔ عایقی مثل پارافین وابونیت مابین جسم A و B حائل باشد سطح الکتریکی جسم A خیلی بیشتر از دفعهٔ اول تنزل کرده وظرفیت الکتریکی آن بمراتب زیادتر میشود .

بنابرآنچه گفتیم معلوم میشود که براثر مجاورت اجسام هادی وعلل دیگر ممکن است که ظرفیت الکتریکی جسمی زیاد شده وبالنتیجه مقدار خیلی زیادی الکتریسیته درخود ذخیره کند اینعمل ذخیره کردن الکتریسیته را درعلم فیزیک **تکاثف الکتریسیته** Condensation اصطلاح کرده واجسامی که درآنها الکتریسیته جمع میشود **خازن الکتریسیته** Condensateur نامند جسم A را Collecteur وجسم B را Condenseur موسوم کرده اند

آلات تکاثف الکتریسیته — مستعمل ترین اقسام خازن الکتریسیته بطری لید است Bouteille de Leyde و آن عبارت از شیشه‌ایست (مطابق شکل ۱۸۱) که ورقه از قلع بسطح داخلی آن چسبیده و میله مسی از وسط چوب پنبه آن عبور مینماید — انتهای خارجی این میله خم شده منتهی بگلوله S میشود و انتهای تحتانی آن معمولاً به شعبه منقسم شده بورقه داخلی اتصال پیدا میکنند. دو ثلث تحتانی شیشه مزبور نیز از خارج از ورقه قلع پوشیده شده و بواسطه مفتولی بزمین متصل است ورقه قلع داخلی را سلاح داخلی و ورقه خارجی آن را سلاح خارجی اصطلاح کرده‌اند



ش ۱۸۲



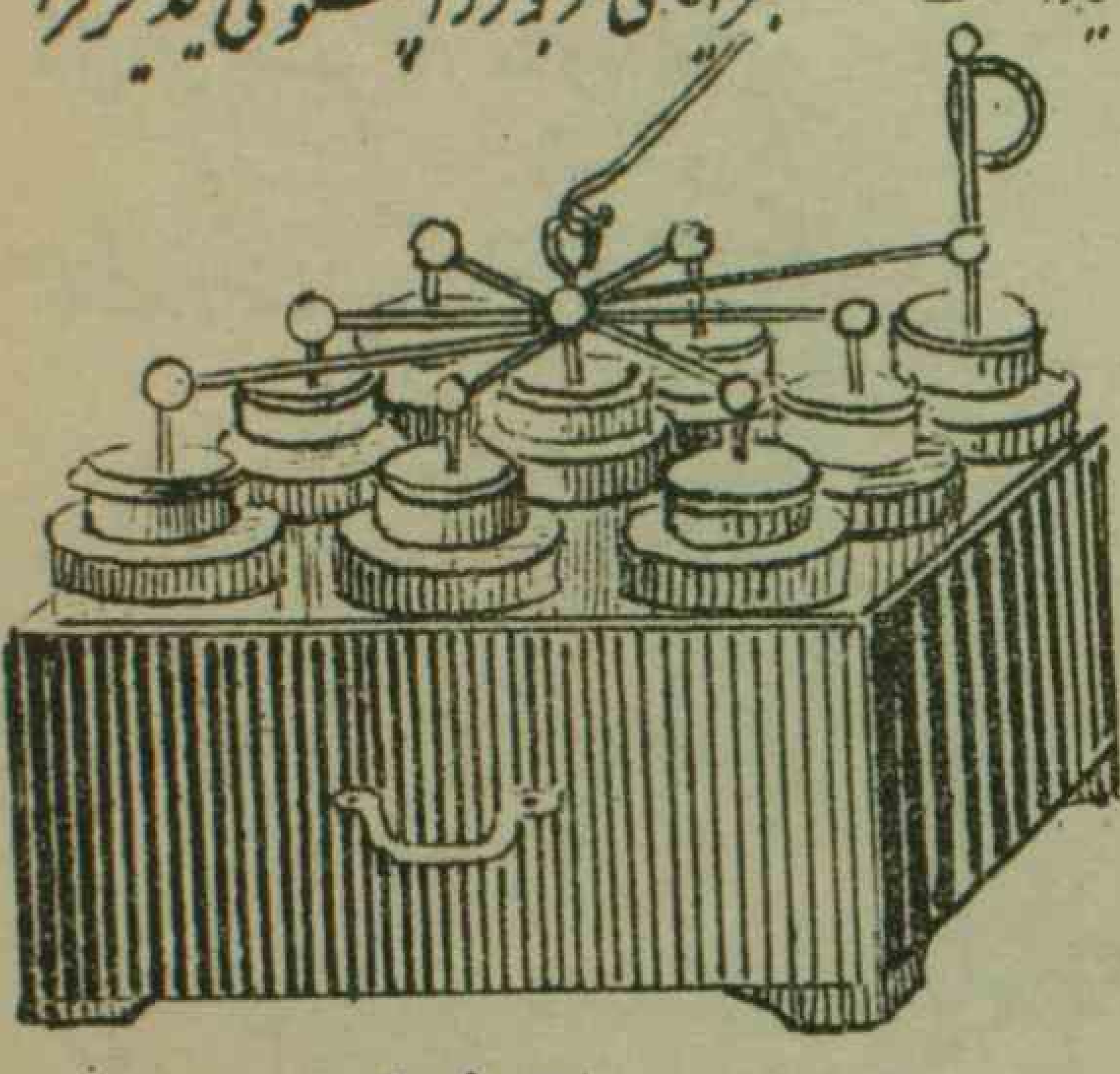
ش ۱۸۳

گاهی درون شیشه بعوض ورقه قلع ورقه‌های طلا یا فلز دیگر قرار میدهند برای پر کردن بطری لید از الکتریسیته یک گلوله که آنرا باماشین الکتریسیته مربوط کرده مقداری الکتریسیته در آن ذخیره میکنند.

اگر بوسیله مفتول هادی سلاح خارجی و داخلی بطری لید را بیکدیگر نزدیک کنیم فوراً جرقه تولید شده الکتریسیته آن از بین میرود معمولاً این عمل را بواسطه میله فلزی بشکل V که بهر یک دسته عایقی مربوط

است انجام میدهند

برای اینکه مقدار زیادی الکتریسیته را متکاثف کنند بطریهای بزرگتری موسوم به Jarre
درست میکنند که ساختمان آنها شبیه به بطری لید است . بطریهای مزبور را پهلوی یکدیگر قرار
داده و سطح سلاح خارجی آنها را
بیکدیگر مربوط میسازند . این بطریها
درون جعبه های چوبی قرار
گرفته اند که داخل آنها از یک ورقه
قلع پوشیده شده و سلاح خارجی
آنها محسوب گردد اجتماع آلات
مزبور را Batterie éléctrique مینامند



س ۱۰۹

فصل چهارم

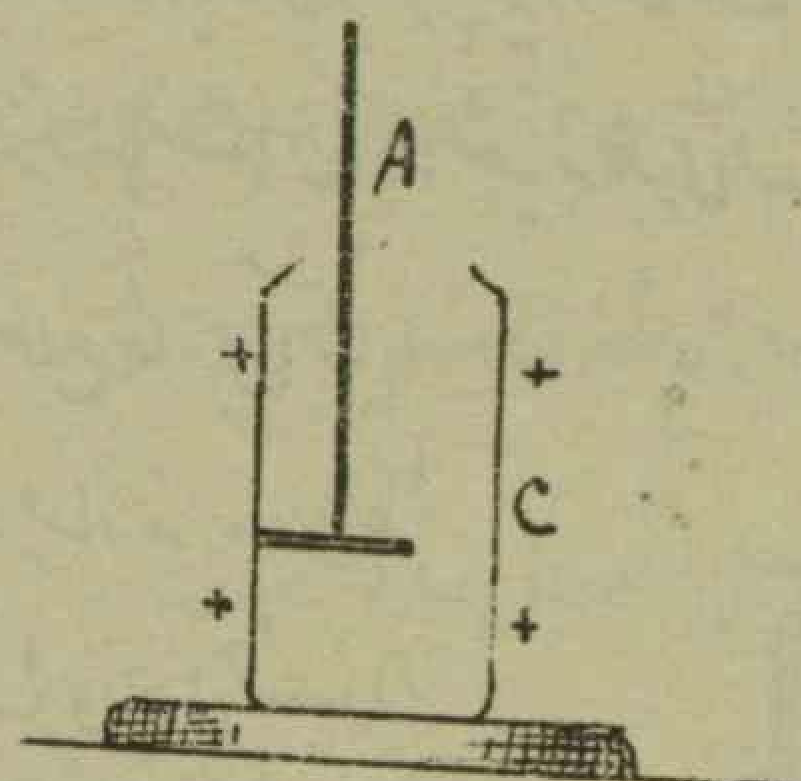
اصول ماشینهای الکتریک

هر منبعی که تولید الکتریسته کند آن را ماشین الکتریک نامند

برای اینکه اساس ماشینهای الکتریک خوب استنباط شود فرض میکنیم جسم فلزی
که دسته عایقی دارد دارای الکتریسیته باشد ابتدا این جسم را در استوانه مانند C داخل
کرده بسطح داخلی آن متصل میکنیم ، الکتریسته A داخل در استوانه شده بسطح خارجی

آن انتقال پیدا میکند و هر قدر که این عمل تکرار شود به مقدار الکتریسیته استوانه اضافه شده

و سطح الکتریکی آن ترقی (شکل ۱۱۰)



س ۱۱۰

ولی اگر جسم A عایق الکتریسیته
باشد اتصال آن بسطح داخلی استوانه
برای انتقال الکتریسیته آن کافی
نیست و باید برای رفع این اشکال
سطح داخلی استوانه را از میله های نوک تیزی مفروش میسازند (شکل ۱۱۱)

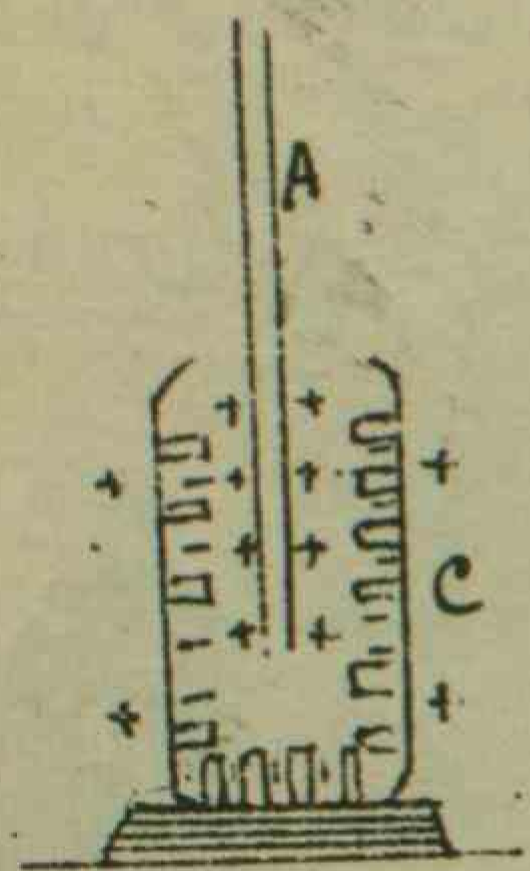
همچنین اثر مجاورت الکتریسیته مخالف الکتریسیته A در سطح داخلی استوانه تولید شده و الکتریسیته
در سطح خارجی آن احداث شود مثلاً اگر جسم A دارای الکتریسیته مثبت باشد در سطح داخلی
استوانه الکتریسیته منفی و در سطح خارج آن الکتریسیته مثبت ایجاد میشود

ولی الکتریسیته که در سطح داخلی استوانه منتشر است در انجا باقی نمانده از نوکها خارج
میشود و الکتریسیته جسم A را خنثی میکند و باین تدبیر استوانه مزبور دارای الکتریسیته مساوی
و همجنس با الکتریسیته جسم A میشود.

از اینجا معلوم میشود که برای تولید الکتریسیته سه قسمت اصلی لازم است اول دستگاه
مولد الکتریسیته Producteur دوم دستگاه نقاله (A)

وسوم دستگاه خازن الکتریسیه (C) Transporteur

Collecteur



س ۱۱۱

برحسب اینکه تولید الکتریسیته در نتیجه اصطکاک و یا مجاورت (الکتریسیته القائی) باشد ماشینهای الکتریک را بدو قسمت تقسیم مینمایند

اول ماشینهای اصطکاکی دوم ماشینهای القائی

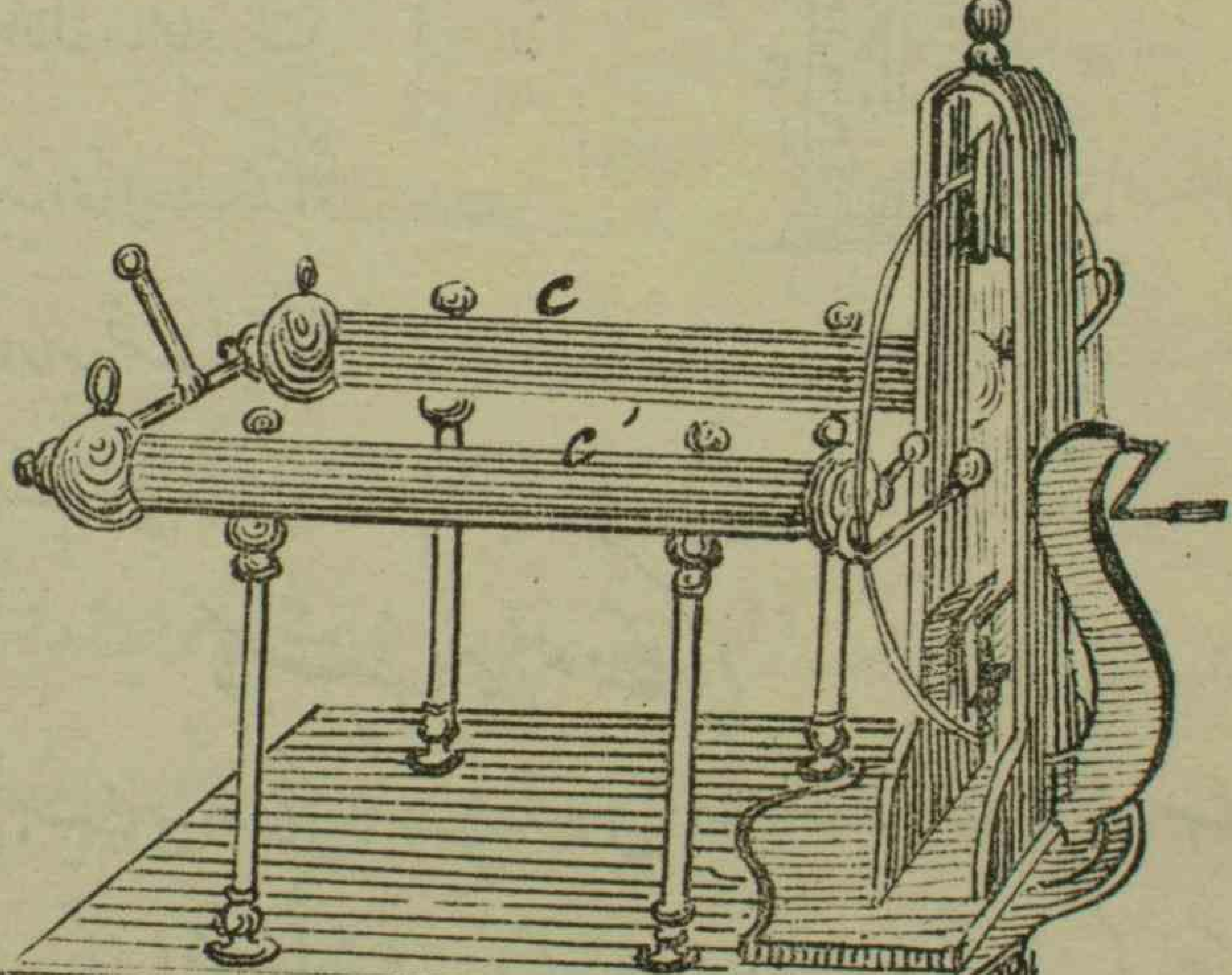
ماشینهای اصطکاکی

کاملترین ماشینهای اصطکاکی ماشین رامسدن Ramsden است

این ماشین مرکب از یک صفحه شیشه است که بواسطه دسته در حول محور افقی حرکت میکند این صفحه در دو نقطه A و B از وسط دو بالش چرمی عبور کرده و در حین دوران شدیداً با آنها اصطکاک پیدا میکند . در دو انتهای قطر افقی صفحه دو میله خمیده بشکل U قرار دارد که در سطح داخلی آن دندانه های زیادی بشکل شانه دیده میشود این میله ها از یک طرف مجاور صفحه بوده و از طرف دیگر بدو استوانه های C و C' که در روی پایه های عایقی نصب اند اتصال دارند س ۱۱۲

طرز تولید الکتریسیته در عمل ماشین از اینقرار است :

در نتیجهٔ دوران صفحه و اصطکاک آن با بالش های چرمی در سطح خارجی آن تولید الکتریسیته مثبت میشود ، این الکتریسیته پس از مجاورت صفحه با شانهها در آنها تولید دو قسم الکتریسیته میکند

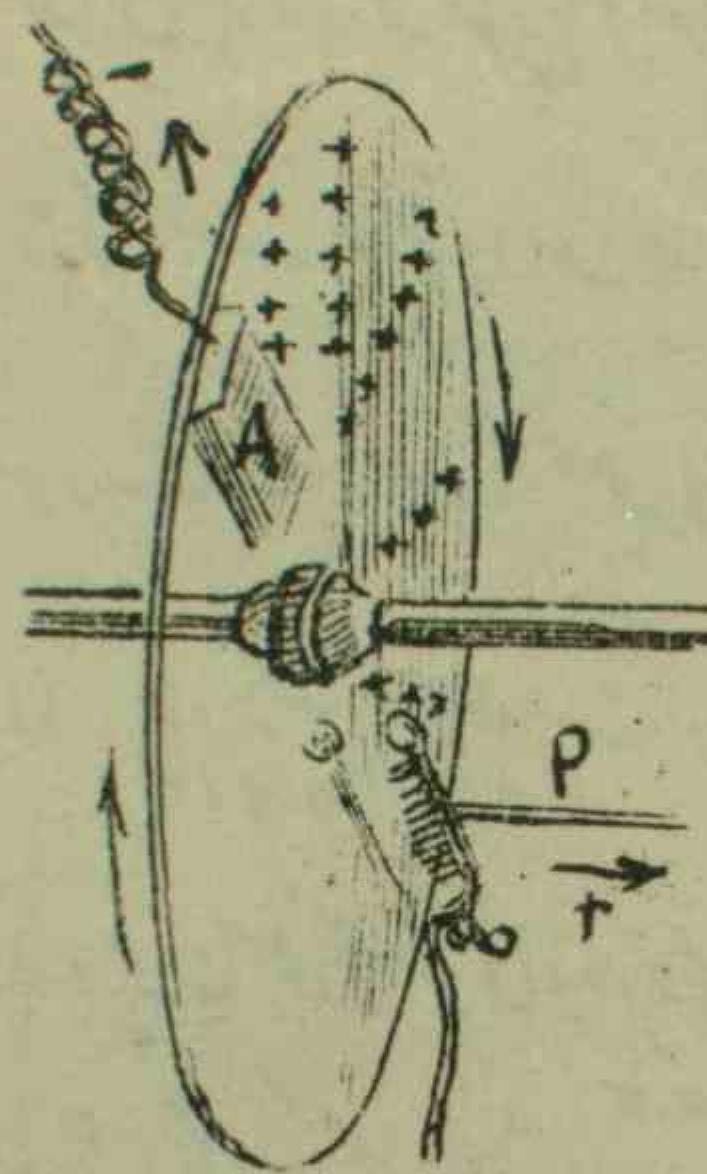


س ۱۱۲

یکی الکتریسیته مثبت که بواسطهٔ میله P باستوانهٔ های هادی c و c′ منتقل میشود و دیگری الکتریسیته منفی که از نوکها خارج شده الکتریسیته صفحه شیشه را خنثی میناید س ۱۱۳

عبور صفحه مزبور از وسط شانهها مثل این است که تمام الکتریسیته خود را بآنها انتقال داده با... بنظر

همیه نصف صفحه دارای الکتریسیته مثبت و نصف دیگر عاری از آن است



ش ۱۱۳

در ماشینهای رامسدن هر قدر سطح اصطکاک و شدت دوران زیادتر باشد الکتریسیته بیشتر تولید میشود چنانکه ماشینهائی از این قسم ساخته اند که قطر صفحه آن ها ۲/۲۷ متر بوده (موسسه دار الفنون لندن) و با آن ممکن است جرقه هائی بفاصله ۵۶ میلیمتر تولید نمود . ولی امروز این نوع ماشینها هیچ مورد استعمال ندارند زیرا بوسائل دیگری که بعد ذکر میکنیم میتوان بمقدار بیشتری الکتریسیته تولید نمود .

ماشینهای القائی

این نوع ماشینها بهتر از ماشینهای نوع اول بوده و مقدار الکتریسیته حاصله هم خیلی زیادتر است اقسام این ماشینها بسیار و ما فقط دو قسم آن را که بیشتر مورد استعمال دارند ذکر میکنیم :

۱ـ الکتروفور Electrophore ـ این آلت مرکب است از یک صفحه

پارافین و یا بجسم عایق دیگری که در روی صفحهٔ از فلز نصب شده و یک تیغهٔ فلزی A از وسط آن عبور میکند . یکسر این تیغه از صفحه خارج و سر دیگر آن مربوط بزمین است . صفحهٔ فلزی دیگری هم مانند B را که دستهٔ عایقی دارد طوری روی صفحهٔ عایق میگذاریم که با تیغه مماس شود در اینصورت بدیهی است که صفحه B با زمین هم ارتباط حاصل میکند .

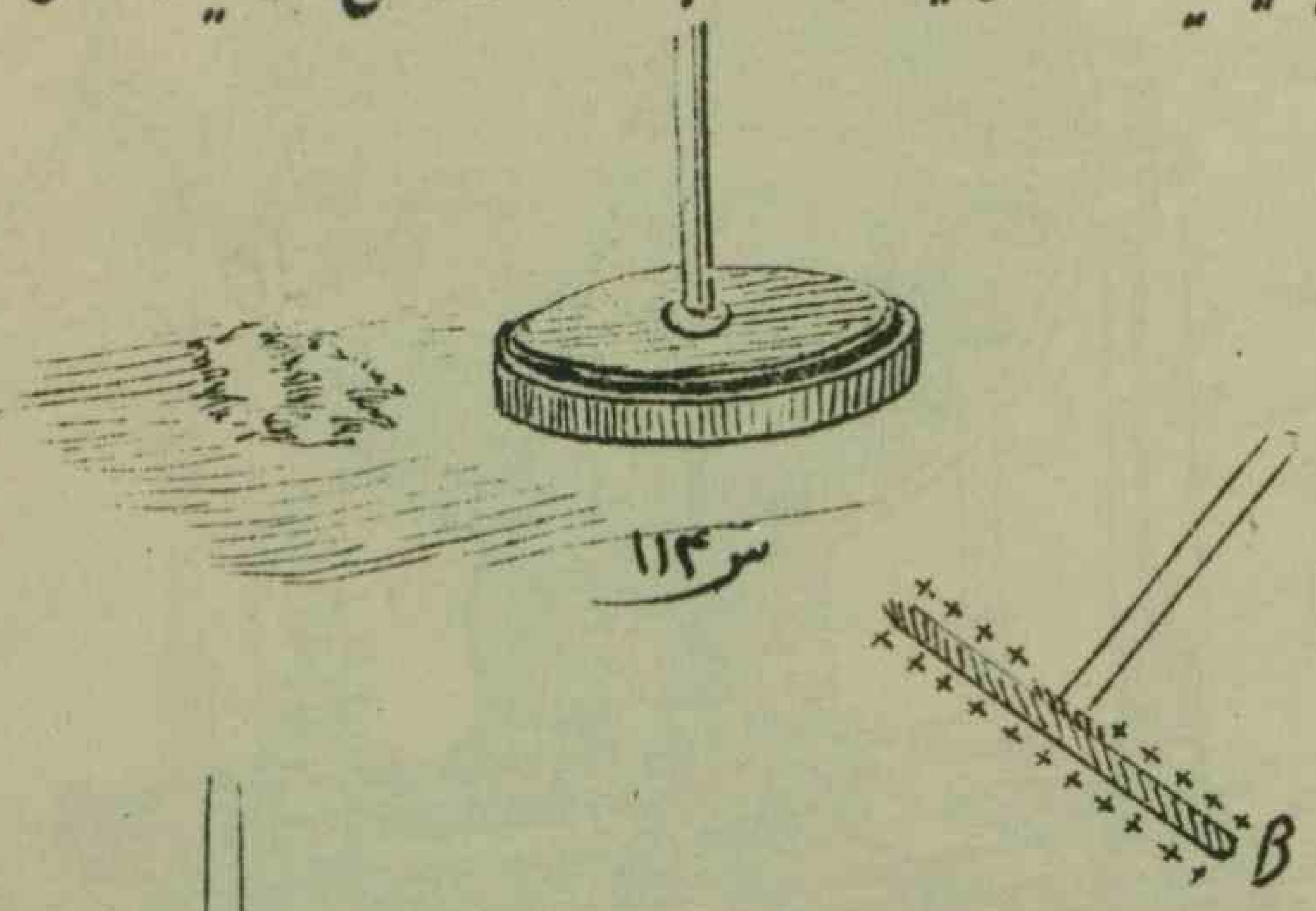
حال اگر صفحهٔ عایق را با پارچه پشمی و یا پوست گربه مالش دهیم الکتریسیتهٔ منفی در آن تولید شده و در سطح منتشر میشود و چون صفحه فلزی را روی آن بگذاریم بر اثر مجاورت دو قسم الکتریسیته در این صفحه احداث میشود یکی الکتریسیتهٔ مثبت در سطح تحتانی آن منتشر شده و مجذوب الکتریسیته پارافین میشود دیگری الکتریسیتهٔ منفی که بواسطه ارتباط با زمین از بین میرود چنانچه آن را که دارای الکتریسیتهٔ مثبت در آن باقی میماند و چون این صفحه را که دارای الکتریسیتهٔ مثبت است بسطح داخلی استوانه فاراده انتقال دهیم الکتریسیتهٔ آن باستوانه منتقل شده در سطح خارجی آن منتشر میشود و از تکرار این عمل هر قدر که بخواهیم میتوانیم الکتریسیته در استوانه ذخیره نمائیم ش ۱۱۴-۱۱۵

۲- ماشین ویمپورس — این ماشین متمل ترین ماشینهای القائی

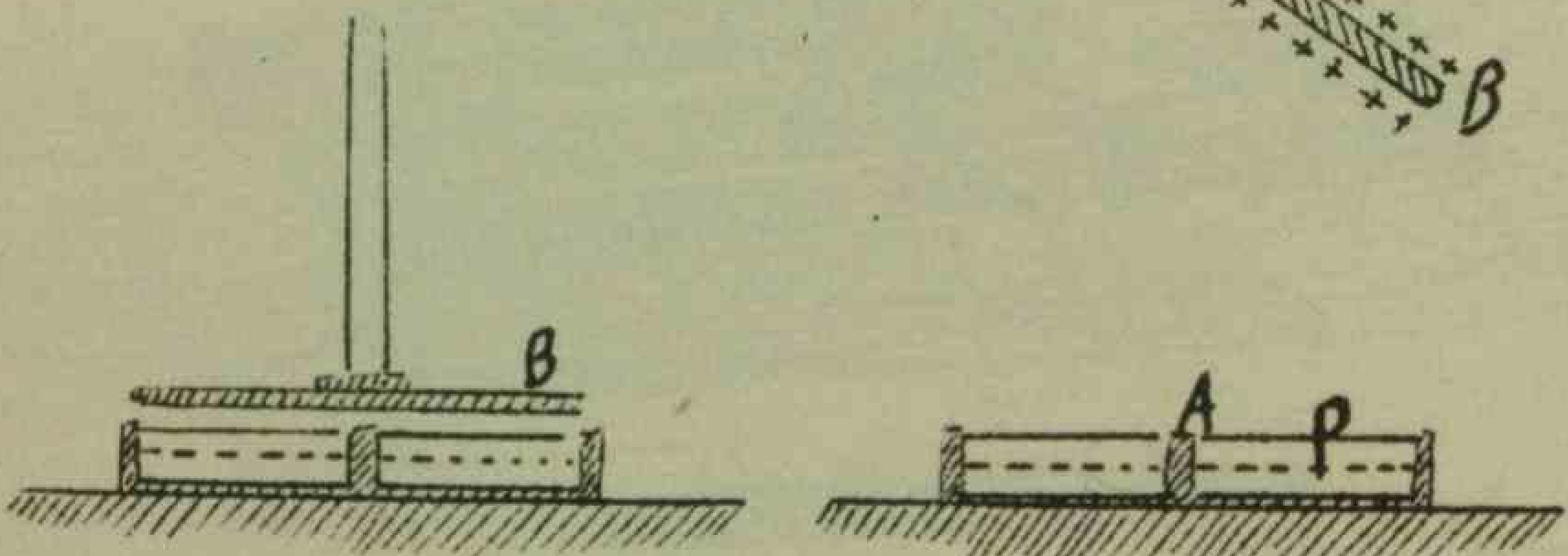
بوده و در اغلب لابراتوارها دیده میشود ش ۱۱۶

ماشین ویمپورس مرکب از دو صفحه شیشه A و B است که هر دو در حول یک محور افقی

برخلاف جهت یکدیگر دوران میکنند در جلو صفحه قدامی A میله هادی aa' قرار دارد

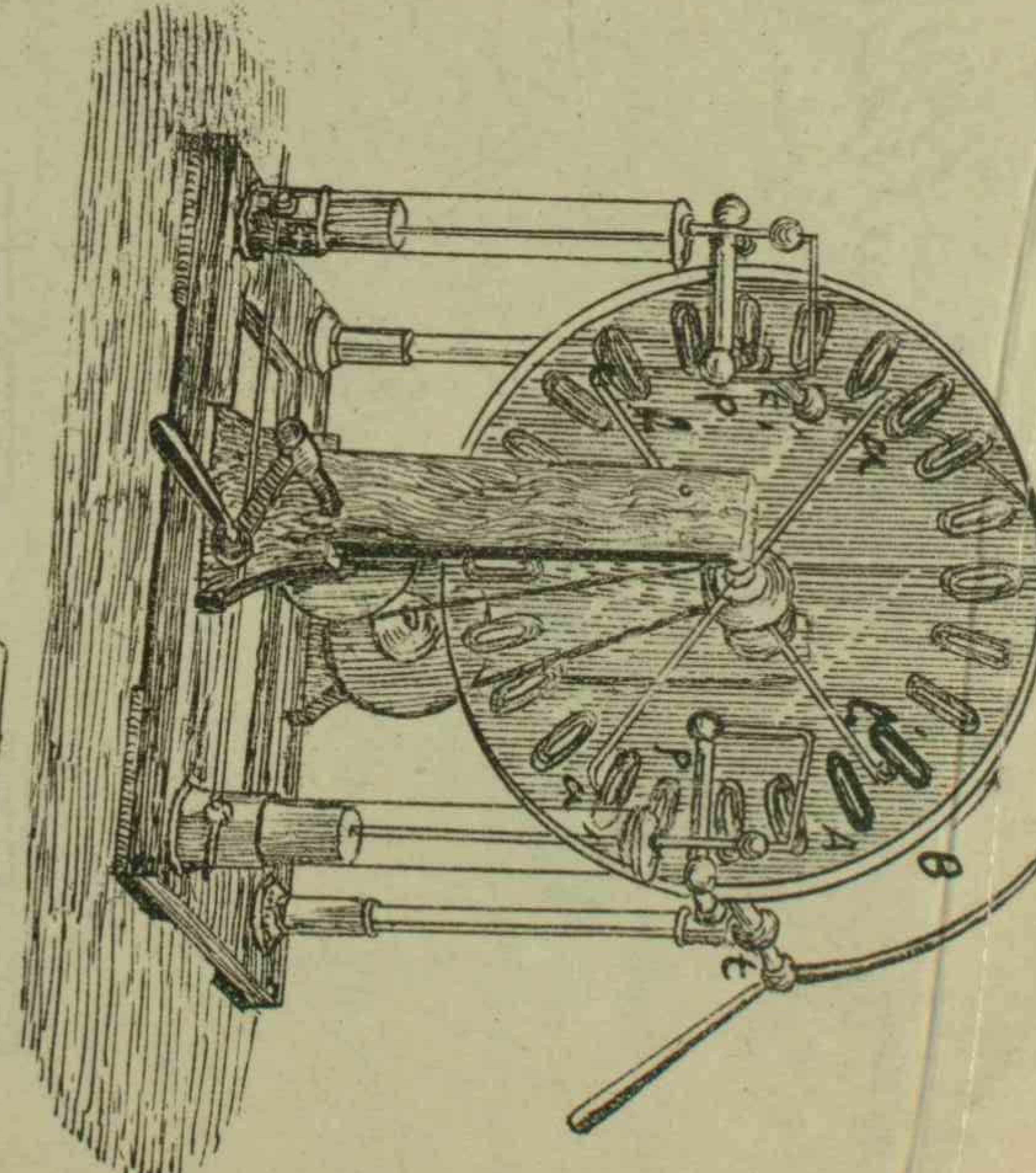


ش ۱۱۴

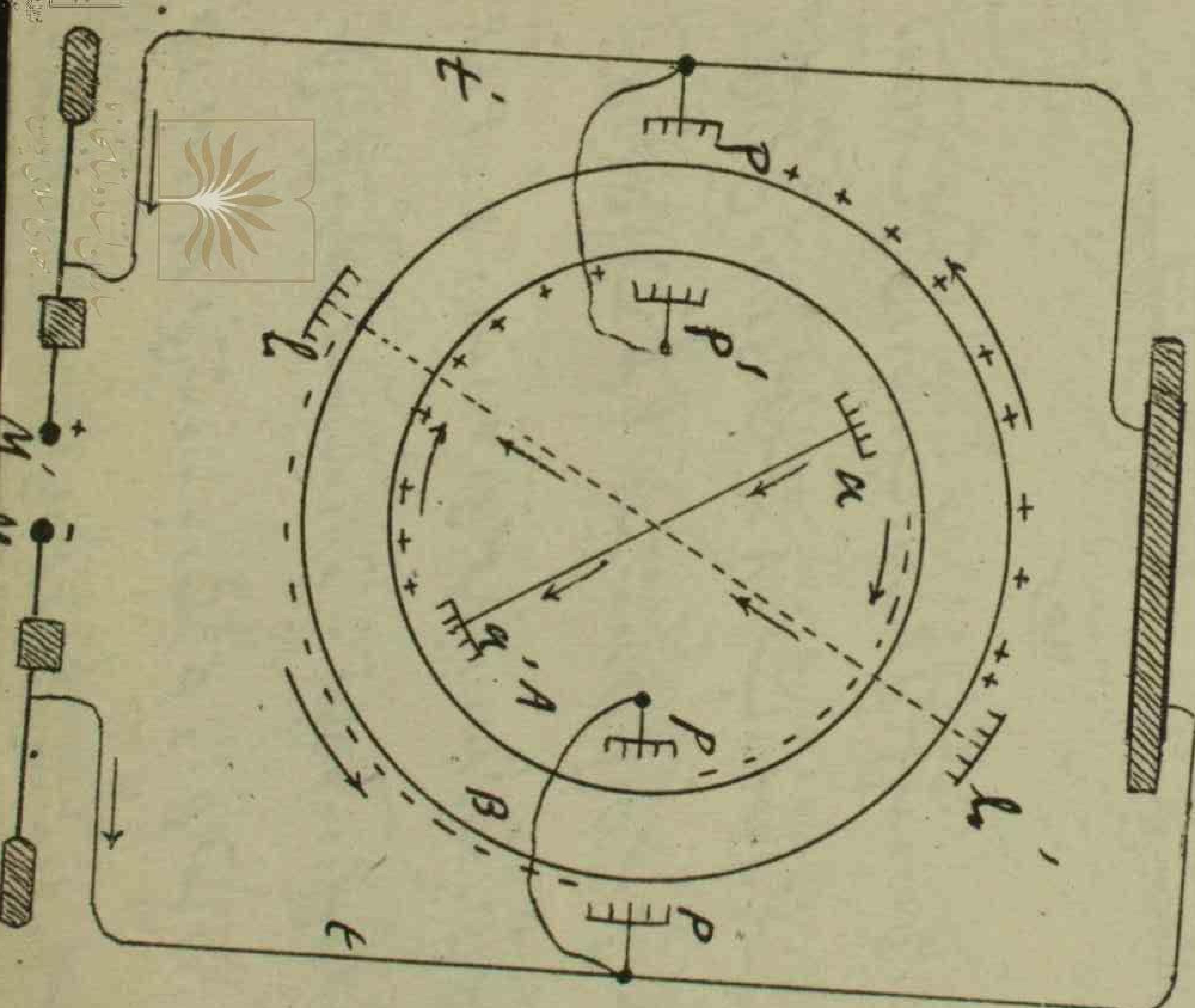


ش ۱۱۵

که بدو انتهای آن دو جاروب کوچک فلزی متصل شده و این جاروبها در روی صفحات
کوچکی از قلع که در روی صفحه شیشه A نصب اند اصطکاک میکنند در عقب صفحه B نیز میله
هادی دیگری مانند mm' تعبیه شده که طرز عمل آن بعینه مثل aa' است دو شانه
فلزی P و P' در امتداد قطر افقی صفحه مزبور را در بر گرفته و برای اینکه ظرفیت ماشین زیاد شود
بسلاح داخلی دو بطری لید ارتباط دارند . و بالاخره دو میله فلزی t و t' که بدو
گلوله b و b' منتهی شده اند بدو شانه P و P' متصل بوده و ممکن است آنها را بیکدیگر
نزدیک و یا از هم دور کرد . از دوران دو صفحه تولید الکتریسته شده و در فاصله دو گلوله جرقه الکتریک احداث میشود



ش ۱۱۶ ماشین ویمچرس



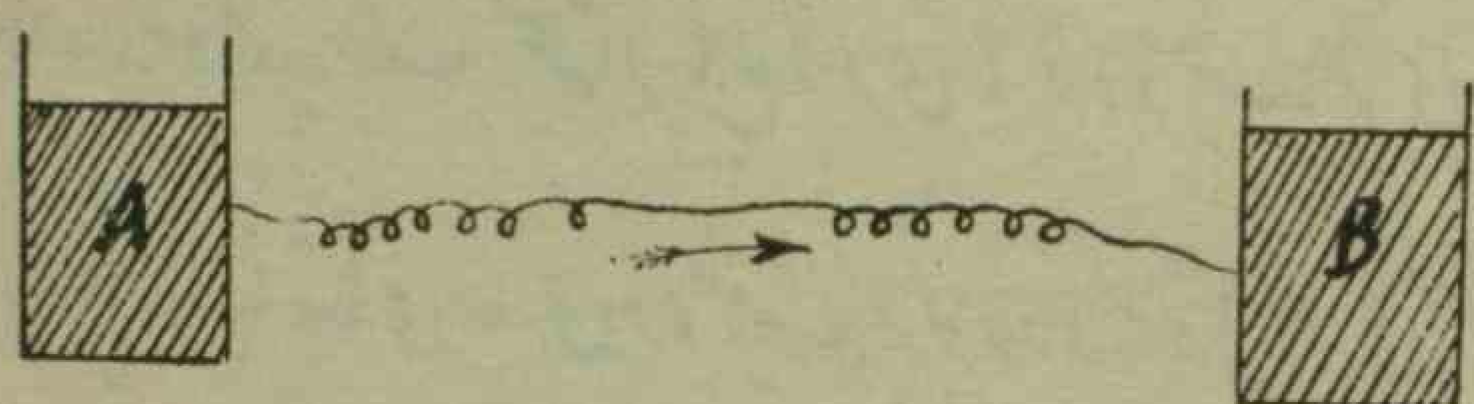
ش ۱۱۷ طرز عمل ماشین ویمچرس

از دوران دو صفحه تولید الکتریسیته شده و در فاصلهٔ دو گلوله جرقهٔ الکتریک احداث میشود

فصل پنجم

الکتریسیته جاری Électricité dynamique

اگر بوسیلهٔ مفتولی دو جسم هادی A و B را که سطح الکتریکی شان یکی نیست بهم متصل کنیم الکتریسیته از جسم A که سطح الکتریکی اش بلندتر است بجسم B که دارای سطح الکتریکی پست تری است انتقال پیدا کرده تا بالاخره هم سطح میشوند ، حال اگر بیک وسیله سطح الکتریکی دو جسم A و B را همیشه ثابت نگاهداریم این جریان نیز همواره باقی خواهد بود (شکل ۱۲۰)



س ۱۲۰

این انتقال الکتریسیته را جریان الکتریسیته Courant électrique مینامند چنانکه سابقاً ذکر شد نقاط مختلفهٔ یک جسم هادی دارای یک سطح الکتریکی هستند (صفحه ۱۱۴) امّا مابین دو فلز مختلف الجنس و یا بطور کلّی دو جسم متفاوت المادّه همیشه اختلاف سطح الکتریکی موجود است که برحسب نوع جسم و درجهٔ حرارت تغییر کرده ولی باید

آنها هیچ ارتباط ندارد .

برای تولید جریان الکتریسیته آلاتی میسازند موسوم به پیل Piles که سطح الکتریکی در دو نقطه موسوم بقطبین پیل مختلف بوده و بواسطه اتصال مفتول فلزی از قطبی بقطب دیگر الکتریسیته از قطبیکه سطح الکتریکی آن بلندتر است (قطب مثبت) بقطب دیگر (قطب منفی) که سطح الکتریکی اش پست تر است جریان میکند .

پیلهای الکتریک باقسام مختلفه ساخته میشوند و ما بدواً ساده ترین آنها یعنی پیل ولتا Volta را شرح میدهیم :

پیل ولتا — این نوع پیل مرکب است از یک ظرف شیشه مانند V که در آن محلولی از آب و اسید سولفوریک ریخته (مایع هادی) و دو تیغه فلزی از مس و روی در آن داخل کرده اند . بانتهای خارجی دو تیغه مزبور دو مفتول فلزی متصل بوده (شکل ۱۲۱) تیغه مس قطب مثبت و تیغه روی قطب منفی پیل را تشکیل میدهند . حال اگر دو قطب مزبور را بوسیله مفتولی بهم متصل کنیم الکتریسیته تولید شده و از مس بسمت روی جریان پیدا میکند .



شکل ۱۲۱

در ماشینهای الکتریک که ذکر کردیم قوهٔ الکتریسیته در نتیجهٔ اصطکاک اجسام یا القاء الکتریسیته تولید میشد یعنی بالاخره کار جر ثقیلی در ماشینهای مزبور تبدیل بقوهٔ الکتریک میگردید ولی در اینجا تولید جریان الکتریسیته در نتیجهٔ فعل و انفعالات شیمیائی صورت میگیرد بامعنی که مثلاً در پیل ولتا اسید سولفوریک با روی ترکیب شده تولید سولفات دوزنگ مینماید و گاز ئیدرژن متصاعد میگردد و در ضمن هم مقداری حرارت پس میدهند .

$$SO^4H^2 + Zn = SO^4Zn + 2H + Q\ calories$$

هرگاه جوهر گوگرد را با روی ترکیب کرده مقدار حرارت حاصله را اندازه بگیریم ملاحظه خواهیم کرد که اگر مقدار ئیدرژن یک گرم باشد حرارت حاصله از این فعل و انفعال مساوی ۲۴٬۸۰۰ کالری خواهد بود . ولی حرارتی که از فعل و انفعال داخلی پیل ولتا در موقع جریان الکتریسیته تولید میشود $\frac{1}{5}$ آن یعنی تقریباً مساوی ۵۰۰۰ کالری میباشد پس معلوم میشود که $\frac{4}{5}$ حرارت فوق الذکر مصرف تولید قوهٔ الکتریک رسیده است یعنی در حقیقة بواسطهٔ آلت مزبور قوهٔ حرارتی این فعل و انفعال بقوهٔ الکتریکی تبدیل یافته است در پیل ولتا زمانی هم که جریان الکتریسیته برقرار نباشد یعنی دو قطب پیل بیکدیگر متصل نشده باشند باز هم فعل و انفعال شیمیائی باقی است و برای جلوگیری از این فعل و انفعال ورقه های خالص روی اختیار کرده قدری جیوه در روی آن میمالند بطوری که

سطح خارجی آن از لعبه روی پوشیده میشود در اینحال تا موقعیکه جریان الکتریسیته مابین دو قطب مزبور برقرار نشده است این فعل و انفعال صورت نگرفته و بمحض اتصال قطبین پیل بیکدیگر جریان تولید میشود

جریان الکتریسیته منحصر بخارج پیل یعنی فقط در مفتول فلزی نیست بلکه در داخل آن نیز جریان مشاهده میشود منتهی جهة آن عکس جهة جریان خارجی یعنی از روی بسمت مس میباشد . در تحت تأثیر این جریان جوهر گوگرد محتوی در ظرف V تجزیه میگردد SO^4 آن بطرف تیغه روی رفته از ترکیب با آن تولید سولفات دوزنک $ZnSO^4$ میکند ولی ئیدرژن موافق جهة جریان سیر کرده در قطب مثبت پیل جمع میشود .

تجربه نشان میدهد که اگر دو قطب پیل را مدتی بهم متصل کنند بتدریج قوه الکتریسیته آن ضعیف و بالاخره از بین میرود . علت این امر آنست که ئیدرژن حاصله از فعل و انفعال شیمیائی تشکیل غلافی دور قطب مثبت جمع شده مانع جریان الکتریسیته میشود و اینعمل را پلاریزاسیون Polarisation مینامند .

برای رفع این اشکال باید ئیدرژن جمع شده در حول تیغه مس را از بین برد چنانکه اگر تیغه مزبور را خارج کرده پاک کنند پس از دخول آن در مایع مجدداً جریان بشدت اولیه برقرار میشود ولی چون درآوردن و فرو بردن تیغه مس علی الدوام مشکل است معمولاً جسمی

که جاذب ئیدرژن باشد در ترکیب پیل داخل میکنند بطوری که ئیدرژن حاصله بمورجذب آن شده مانع از جریان نشود .

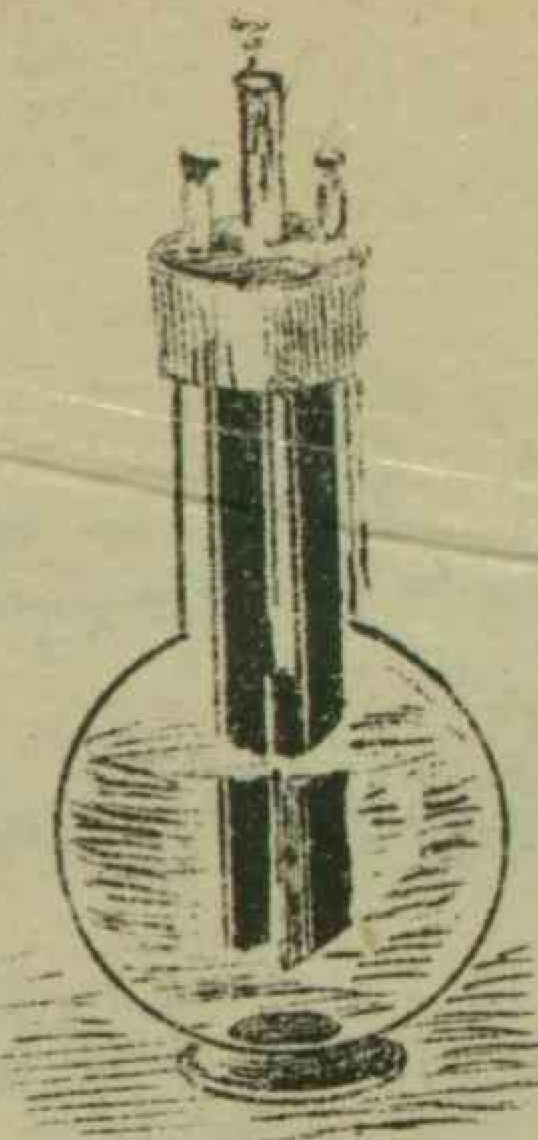
اقسام پیل — پیل های الکتریک را با قسام مختلفه میسازند و ما فقط چند قسم آن را که بیشتر استعمال میشود ذیلا ذکر میکنیم :

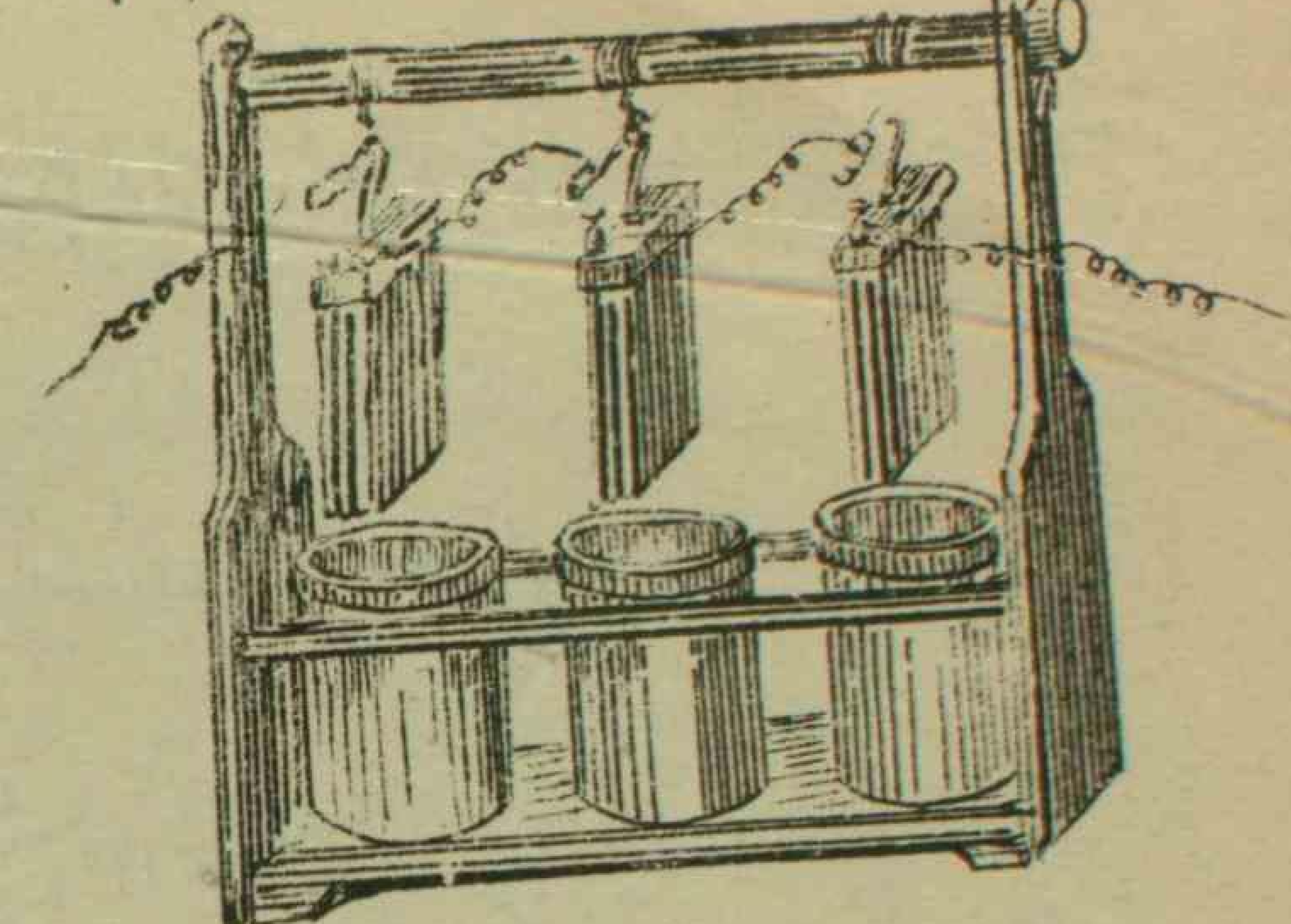
پیل بیکرمات یا پیل پوگندورف Pile Poggendorf

در این نوع پیل قطب منفی تیغه روی ملغمه شده و قطب مثبت آن دو تیغه از زغال قرع Charbon de cornue که بواسطه مفتول مسی بهم متصل شده اند مایع محتوی آن اسید سولفوریک است که قدری بیکرمات دو پطاس به آن اضافه نموده اند (شکل ۱۳۲)

پس از آنکه جریان الکتریته برقرار شود روی با جوهر گوگرد ترکیب شده ئیدرژن متصاعد میگردد .

این ئیدرژن بنوبه خود با محلول بیکرمات و اسید سولفوریک ترکیب میشود پس بانجهة عمل Polarisation واقع نشده و تا وقتیکه قطبین بیکدیگر متصل اند جریان الکتریته باقی خواهد بود منتهی در موقعی هم که دو قطب بهم متصل نیستند فعل وانفعال واقع میشود بانجهة هر وقت که جریان الکتریته لازم نباشد تیغه های روی و زغال را از مایع خارج کرده و در موقعیکه حدوث جریان مورد احتیاج باشد تیغه ها را در مایع داخل میکنیم



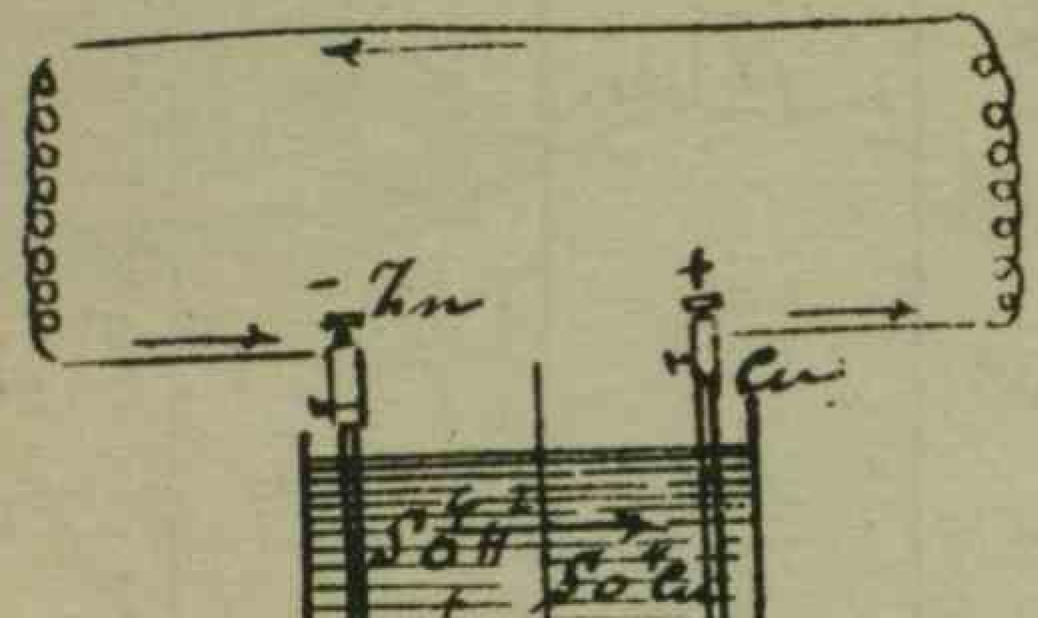


س ۱۲۲

پیل لکلانشه Pile Leclanché در این قسم پیل قطب منفی ورقه روی
و قطب مثبت استوانه از زغال قرعی است که او یک طبقه بی اکسید دومنگنز پوشیده
شده و هر دو درون ظرف متخلخل قرار گرفته اند که مایع محتوی آن محلول کلرور دامونیم است
AzH^4Cl پس از وصل قطبین بیکدیگر کلرور دامونیم تجزیه شده از یکطرف
AzH^4 آن بقطب مثبت رفته در آنجا تبدیل به امونیاک AzH^3 و ئیدرژن
H میشود امونیاک AzH^3 محلول در آب شده ئیدرژن نیز با اکسیژن بی
اکسید دومنگنز ترکیب میشود از طرف دیگر کلر بقطب منفی رفته با ورقه روی تولید کلرور دوزنک
میکند . شکل (۱۲۸)

پیل دانیل Pile Daniell قطب منفی این پیل تیغه روی
ملغمه شده و قطب مثبت آن ورقه مس است . این پیل دارای دو مایع مختلف میباشد

بانطریق که تیغه روئی را در ظرف شیشه که در آن محلول آب و اسید سولفوریک ریخته اند فرو میبرند و بعد در داخل اینمایع ظرف متخلخل دیگری را که محتوی محلول سولفات دو کویور بوده و در آن ورقه مسی را فرو برده اند میگذارند . پس از اتصال قطبین بیکدیگر بوهر گوگرد و سولفات دو کویور هر دو تجزیه میشوند . بانطریق که سولفات کویور به SO^4 و Cu تجزیه میشود Cu در قطب مثبت باقی مانده SO^4 بطرف قطب منفی جذب میشود و در آنجا باسید رزنی که از تجزیه اسید سولفوریک تولید میشود ترکیب شده و مجدداً تولید H^2SO^4 میکند و SO^4 با روی ترکیب شده تولید سولفات دوزنگ مینماید و بانطریق همیشه غلظت مایع ثابت بوده سولفات دکویور تجزیه و سولفات دوزنگ تولید میشود (شکل ۱۲۳)



شکل ۱۲۳

اقسام پیل ها خیلی زیاد است و ما بطور اختصار چند قسم آن را در جدول ذیل شرح میدهیم صفحه ۱۳۶

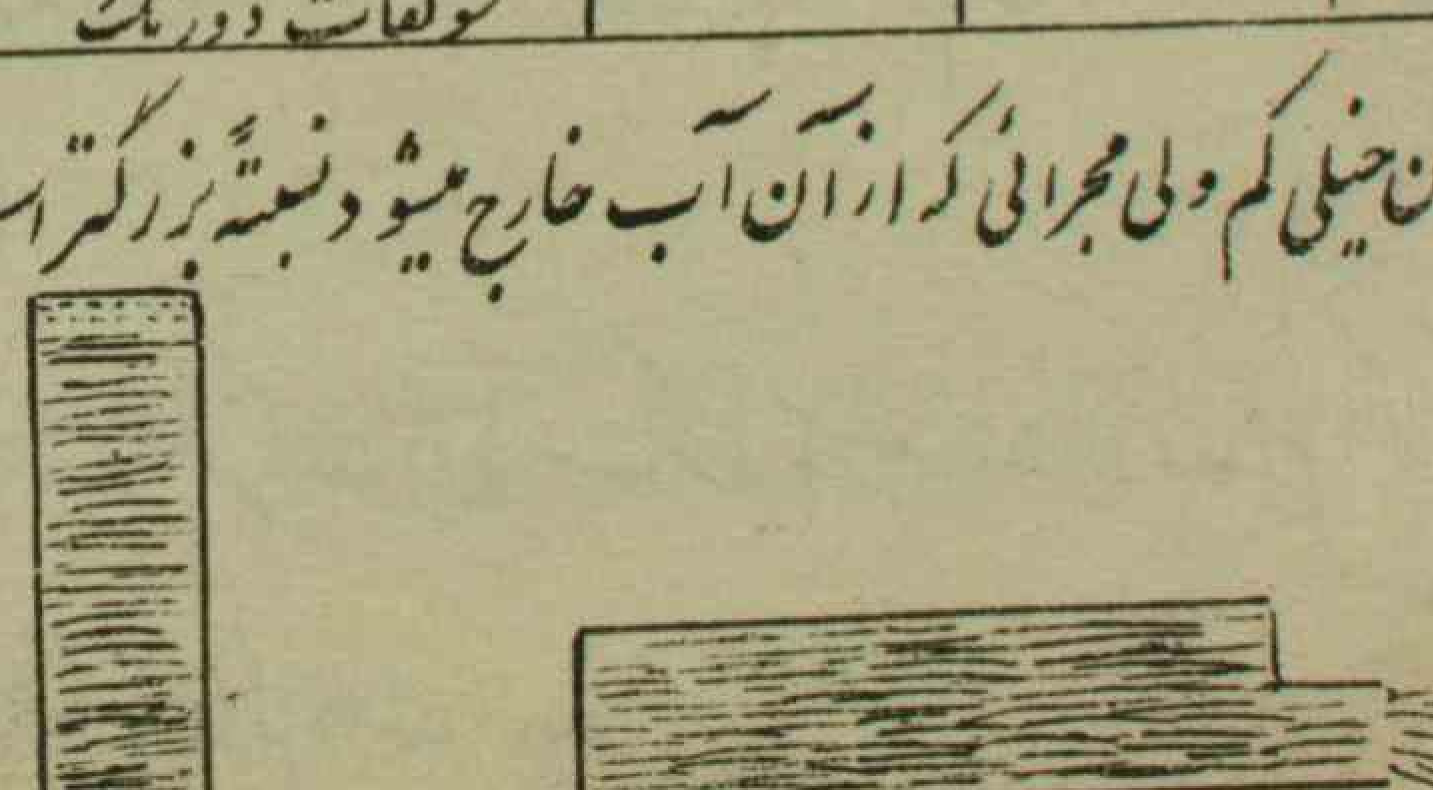
فرق پیلها با ماشینهای الکتریک این است که در ماشینها اختلاف سطح الکتریک خیلی زیاد ولی در پیل ها این اختلاف کم است .

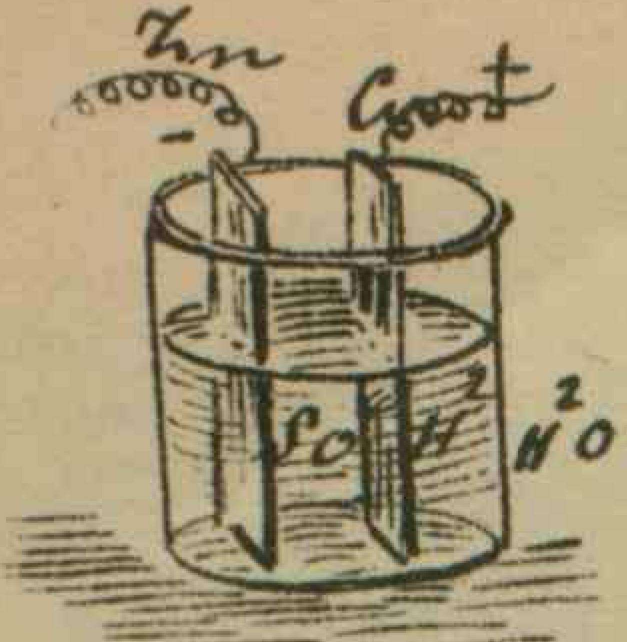
میتوان ماشینهای الکتریک را بمخزن آبی تشبیه نمود که ارتفاع آب در آن خیلی زیاد ولی لوله
که آب از آن خارج میشود خیلی نازک باشد و بالعکس پیل ها بمخزن آبی شبیه اند که ارتفاع

نوع پیل	قطب مثبت	قطب منفی	مایع محلول	قوه پیل بحسب ولت
ولتا ش ۱۲۴	تیغه مس	تیغه روی	محلول رقیق اسید سولفوریک	۱
	״	״	محلول سولفات دو زنک	۱
دانیل ش ۱۲۵	״	״	و سولفات دو کویور	
	״	״	محلول اسید سولفوریک	۱/۹
بنسن ش ۱۲۶	״	״	و اسید آزتیک	
بیکرمات	״	زغال قرع	محلول اسید بیکرمات	۲
ش ۱۲۷	״		دو پطاسیم	
لکلانشه			محلول بی اکسید دو منگنز و	۱/۵
ش ۱۲۸			ملح اموناک	
گوی	طلای سفید	روی ملغمه شده	محلول سولفات دو زنک و	۱/۴۳۵
ش ۱۲۹			اسید دو مرکور	
لاتیمر کلارک			خمیر سولفات مرکور و	۱/۳۹۵
ش ۱۳۰			سولفات دو زنک	

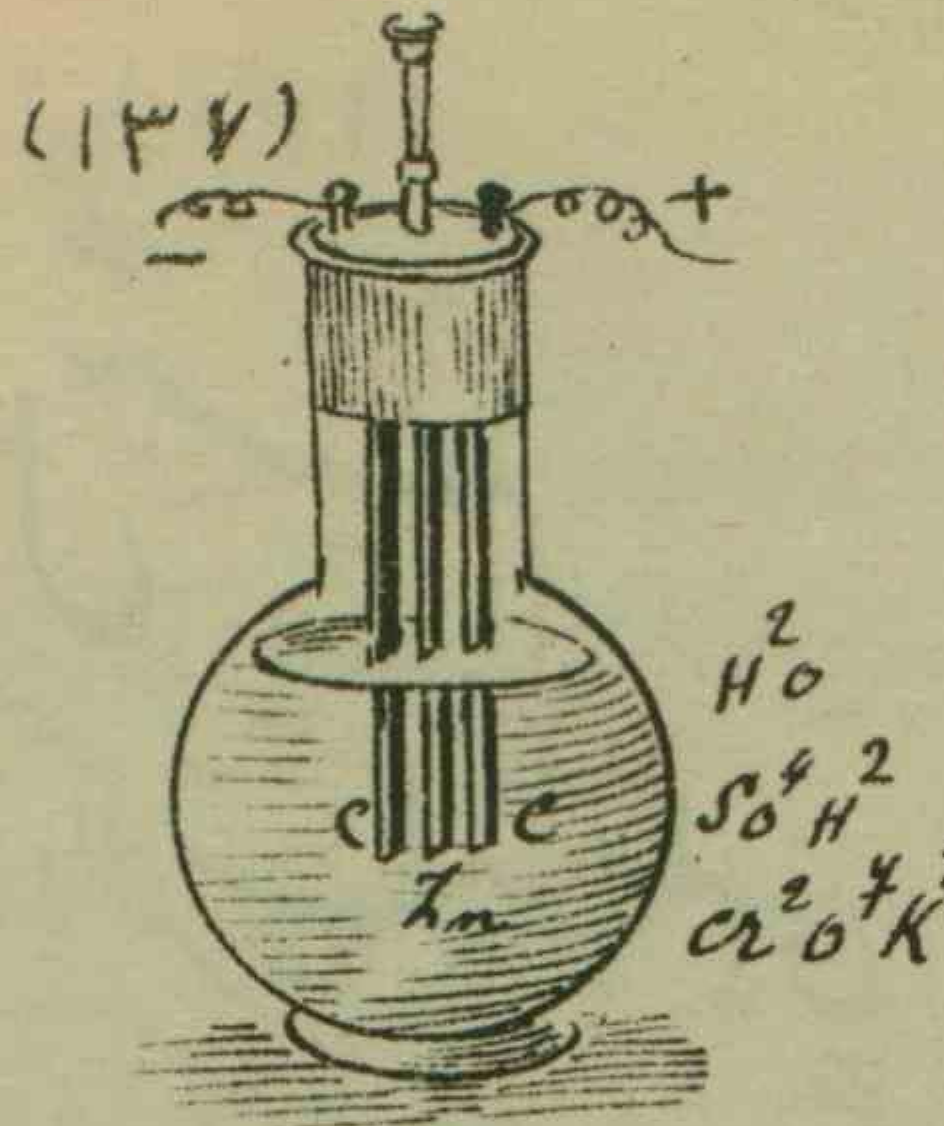
(شکل ۱۲۴)

آب در آن خیلی کم ولی مجرائی که از آن آب خارج میشود نسبتهٔ بزرگتر است

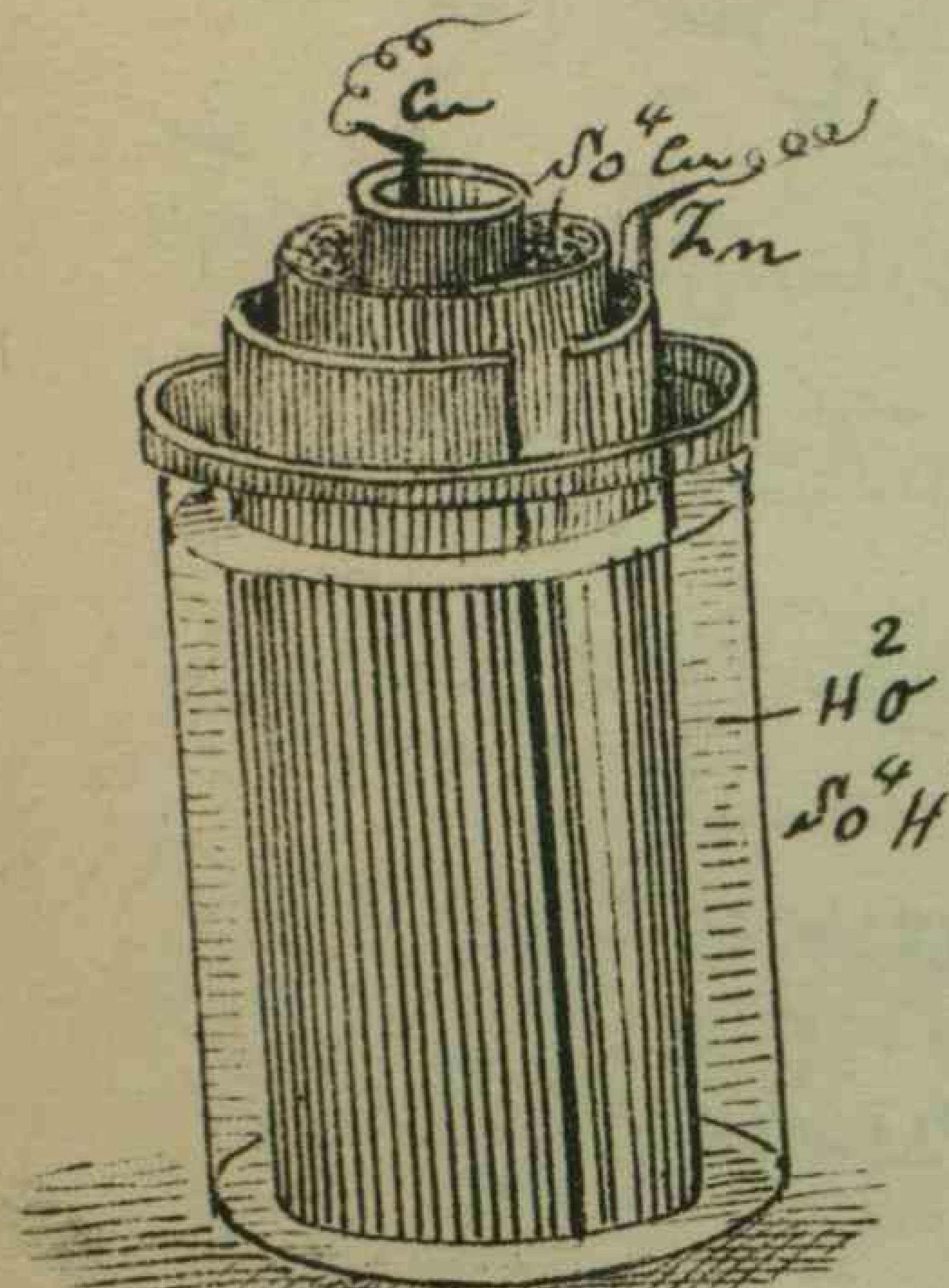




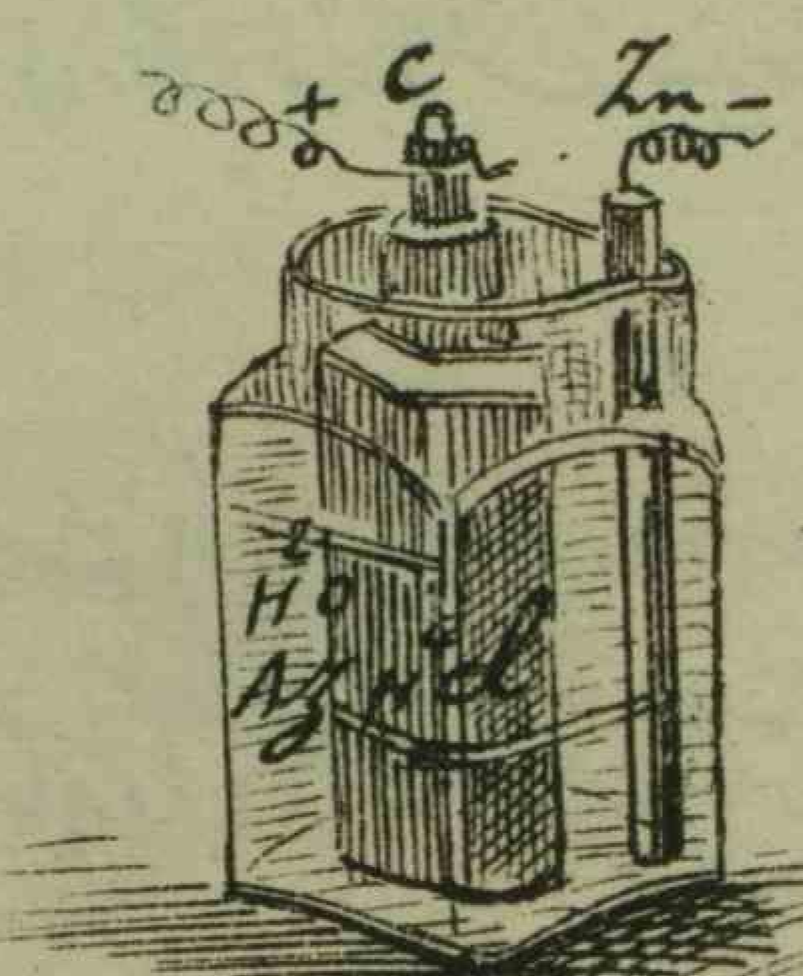
س ۱۲۴



س ۱۲۷



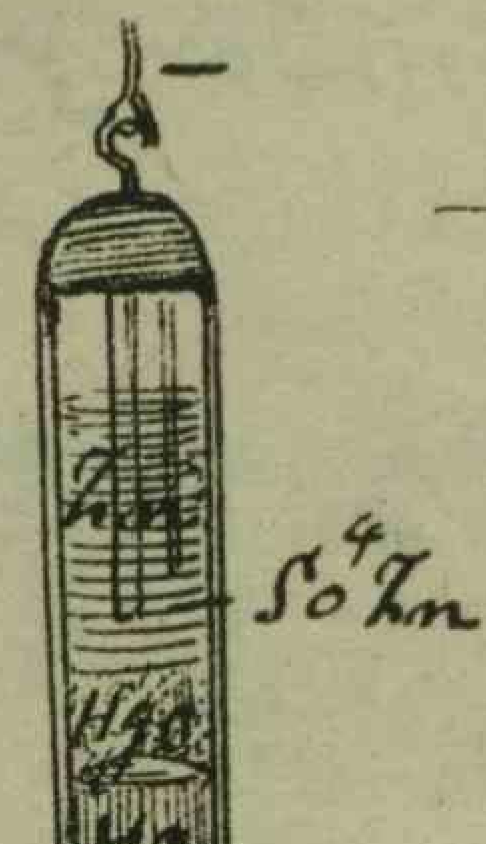
س ۱۲۵



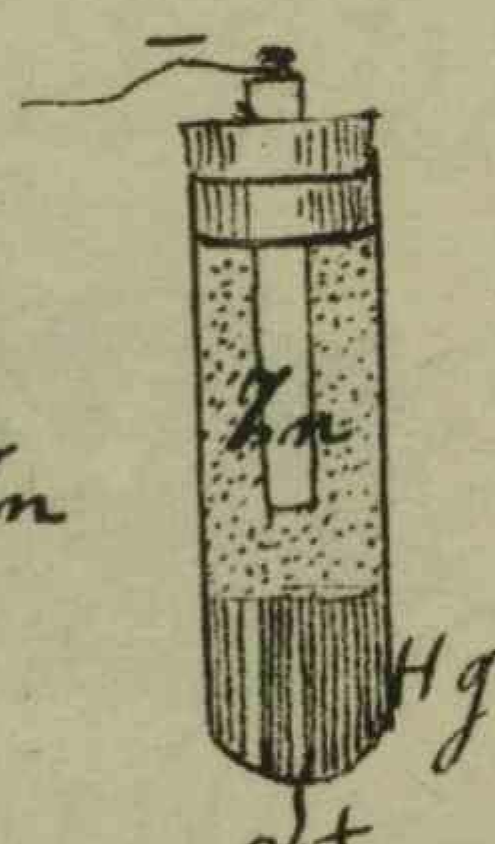
س ۱۲۸



س ۱۲۶



س ۱۲۹



س ۱۳۰

فصل ششم

مغناطیس – الکتریسیته مغناطیسی

آهن ربا – یکی از معادن آهن (اکسید دو فر مغناطیسی Fe^3O^4)
دارای این خاصیت است که آهن معمولی را جذب میکند بهمین جهة آن را آهن ربا یا
مغناطیس طبیعی نامیده اند (شکل ۱۰۱)

قدما این خاصیت را در معادن دو شهر ماگنزی Magnésie که در
آسیای صغیر و مقدونیه واقعند مشاهده کرده اند و کلمه مغناطیس از ماگنزی ماخوذ شده
است.

هرگاه آهن یا فولاد را با آهن ربای طبیعی اصطکاک داده یا در معرض جریان الکتریک
قرار دهند (بعد ذکر
خواهد شد) آنها نیز
دارای خاصیت مغناطیسی
میشوند و این قسم آهن ربا



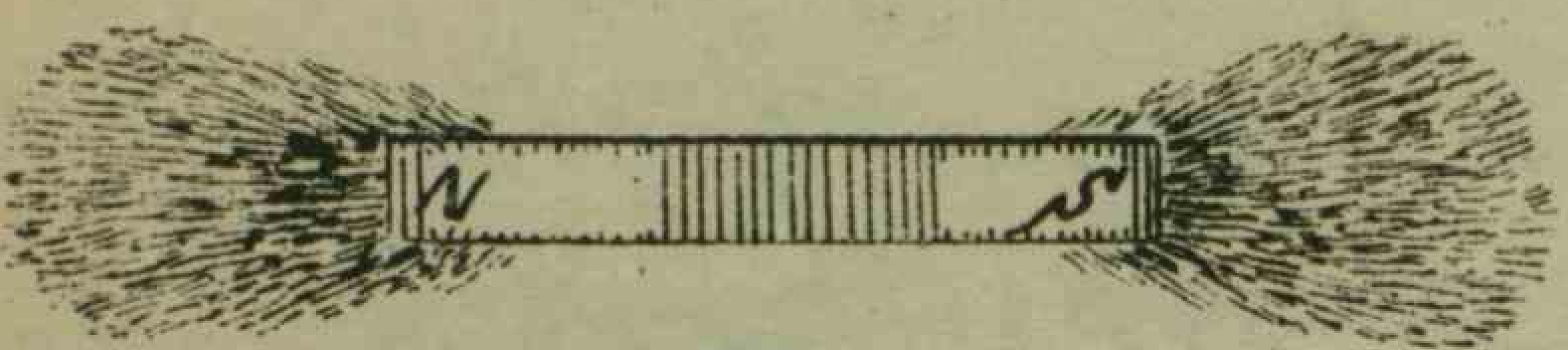
شکل ۱۰۲

را آهن ربای مصنوعی مینامند و همین قسم اخیر است که در صنعت مورد استعمال زیادی

دارد

چون مغناطیس را حرارت دهند بتدریج قوهٔ جاذبه‌اش کم شده و بالاخره در ۷۸۵ بکلی
خاصیت خود را از دست داده و پس از سرد شدن نیز فاقد آن قوه میشود

قطبین مغناطیس — هرگاه تیغهٔ فولادی مغناطیس مصنوعی را در برادهٔ آهن
فرو بریم ذرات آهن دو سر تیغه را مثل کاکل احاطه کرده و قسمت وسط آن برهنه میماند دو
انتهای شما و جنو را دو قطب و قسمت وسط را منطقهٔ خنثی مغناطیس مینامند (شکل ۱۳۲)



ش ۱۳۳

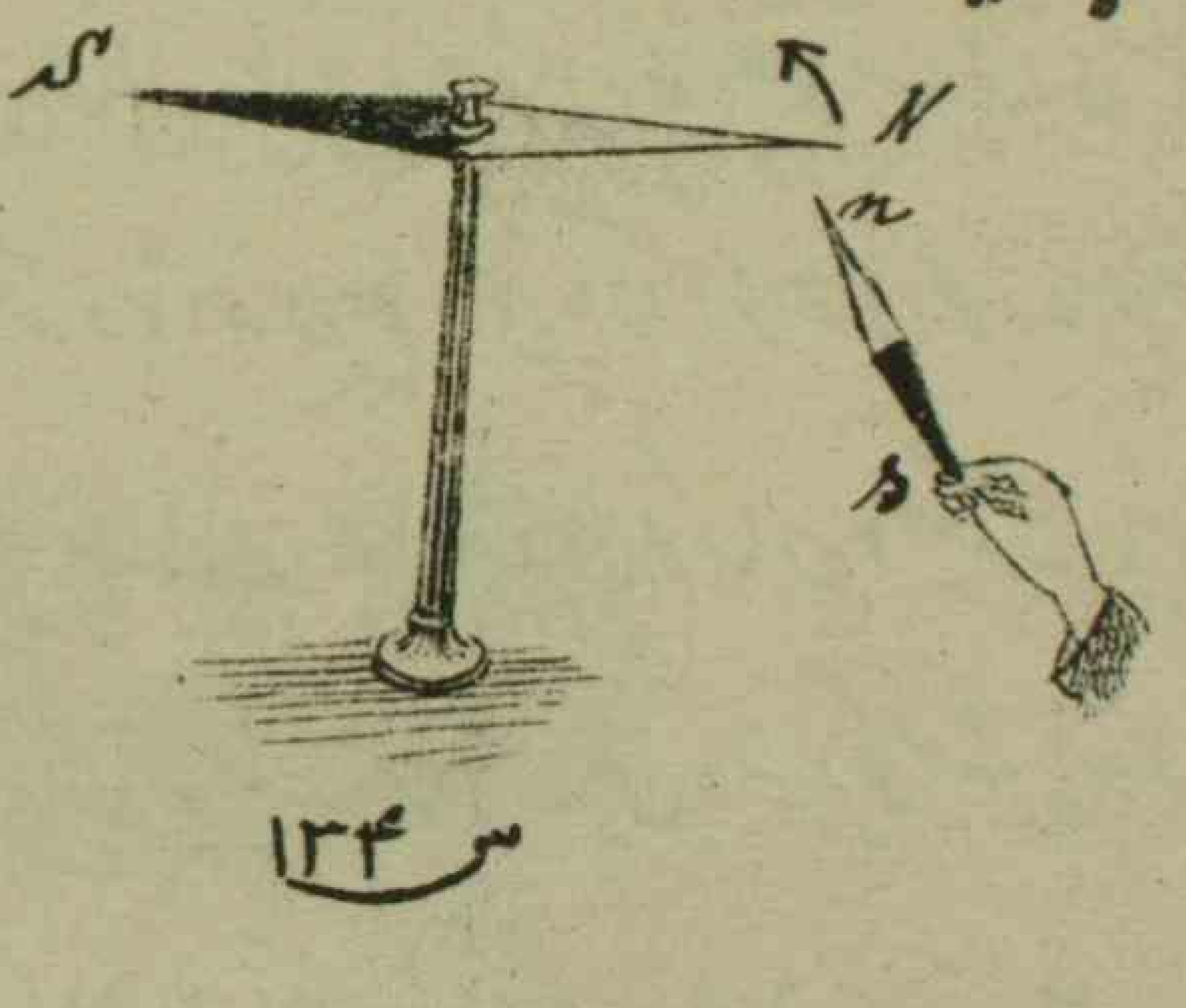
باید دانست که این دو قطب اگر چه ساختمان ظاهریشان مشابه است
ولی در کیفیت مغناطیسی مخالف یکدیگرند مثلاً هرگاه عقربک لوزی شکل مغناطیسی در روی
پایهٔ قائمی قرار گرفته و بتواند در سطح افقی بآزادی حول محور قائم حرکت کند در صورت
عقربه را بهر وضعی متمایل سازیم پس از چندین نوسان وضعیت ثابتی اختیار مینماید یعنی
یعنی همیشه یکسر آن تقریباً متوجه قطب شمال زمین و سر دیگرش متوجه قطب جنوب میشود
و هرگز ممکن نیست نوکی که بطرف قطب شمال بوده است بجانب قطب جنوب متوجه شود و
بالعکس، نوک مقابل قطب شمال زمین را قطب شمال آهن ربا و نوک دیگر را قطب جنوب

آن خوانند .

اگر سوزن مغناطیسی را روی چوب پنبه نازکی نصب کرده و در سطح آب قرار دهیم باز بهمین وضعیت مشاهده خواهد شد .

قانون جذب و دفع مغناطیس — فرض کنیم قطبین دو عقربهٔ مغناطیس قبلاً باستعانت شمال وجنوب زمین معین شده باشد هرگاه بدو قطب یکی از آنها و عقربه که در روی پایهٔ قائمی قرار گرفته باشد یکی از قطبین عقربه دیگر را نزدیک سازیم پس از مشاهدات چند و تکرار تجربیات نتیجه ذیل حاصل میشود :

دو قطب متحد الاسم یکدیگر را دفع و دو قطب مختلف الاسم همدیگر را جذب میکنند .

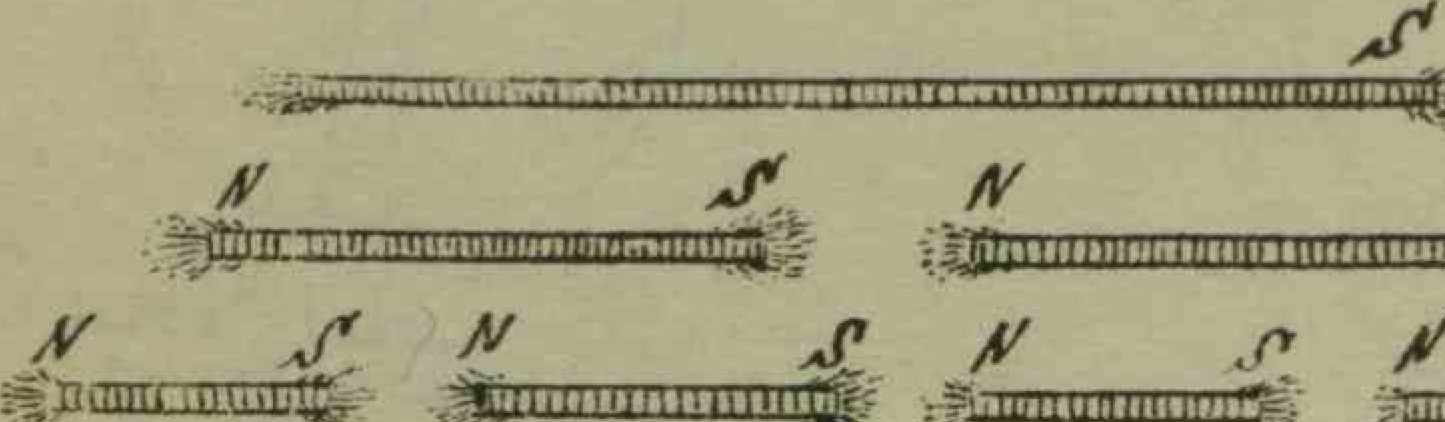


س ۱۳۴

تجربهٔ مغناطیس شکسته — هرگاه تیغه مغناطیسی را از وسط بدو قسمت کنیم تجربه نشان

میدهد که دو مغناطیس جدید تشکیل میشود و در محل شکستگی آن طرفیکه نزدیک قطب شمال بود قطب جنوب میگردد و بالعکس — وچون هریک از نیمه های جدید را باز بدو قسمت تقسیم کنیم چهار مغناطیس خواهیم داشت وقس علیهذا

بنابرین میتوان تصور کرد که هر آهن ربا از ذرات مغناطیسی فوق العاده زیادی تشکیل شده که بر اثر مجاورت قطبین مختلف الاسم یکدیگر را خنثی کرده و فقط دو نوک مغناطیس چون آزادند خاصیت اصلیهٔ خود را حفظ کرده اند .

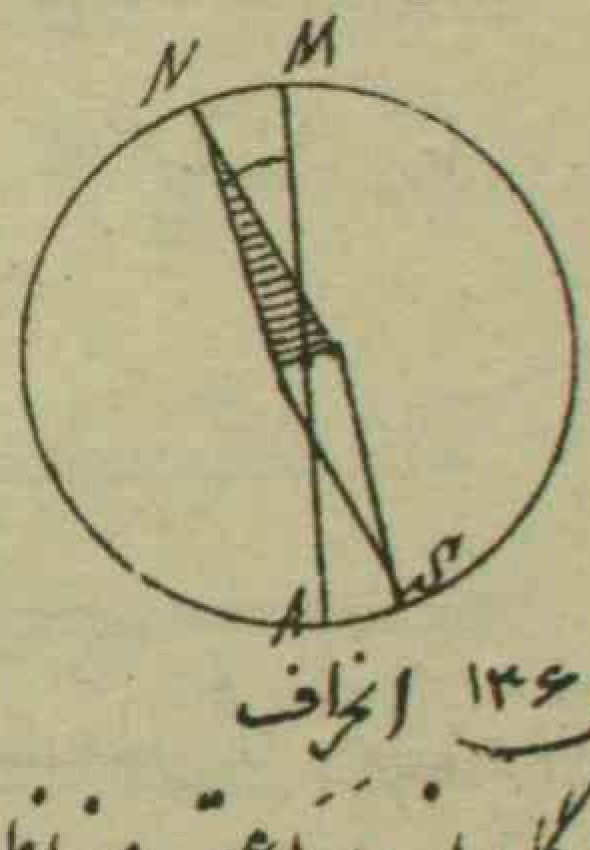


ش ۱۳۵

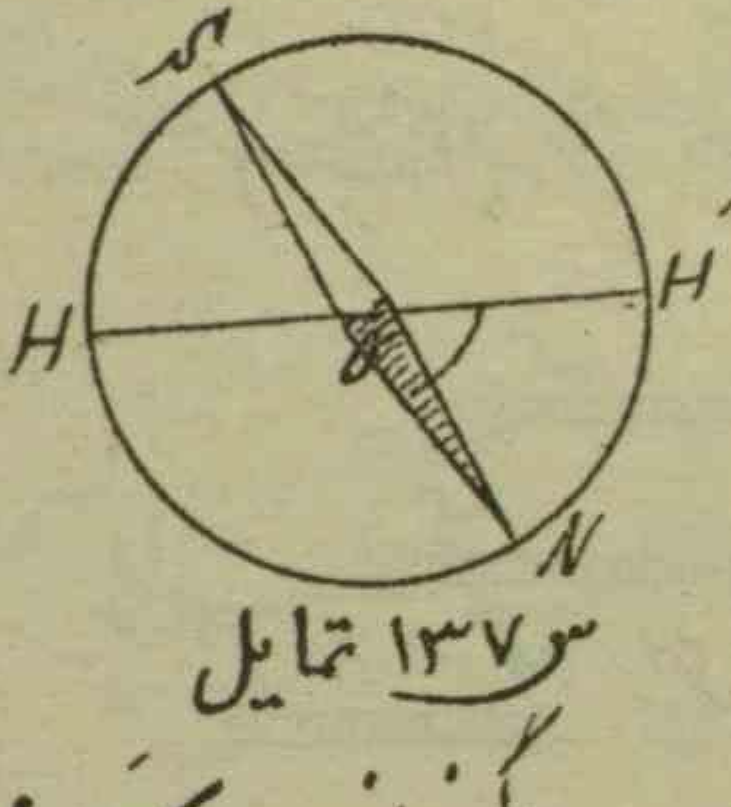
این مسئله را باید متذکر بود که تأثیر زمین در قطبین مغناطیس فقط این است که آن را در امتداد شمال وجنوب قرار میدهند نه اینکه آن را بطرفی جذب نماید چنانکه یک عقربهٔ مغناطیسی اگر روی چوب پنبه نصب شده و بر سطح آبی قرار گرفته باشد فقط دور خود چرخیده در امتداد شمال وجنوب میایستد و ابداً بطرف کنارهای ظرف متوجه نمیشود بطوریکه میتوان گفت از طرفین دو قوهٔ متساویه بر عقربه وارد شده حرکت دورانی برای آن تولید میکنند وآنرا در امتداد شمال وجنوب قرار میدهند .

انحراف - تمایل

امتداد عقربه مغناطیس کاملاً شمالی جنوبی نیست بلکه همیشه عقربه مغناطیسی با امتداد شمال وجنوب زاویه میسازند موسوم بزاویه انحراف مغناطیسی Declinaison بقسمیکه درطهران آنزاویه درمغرب نصف‌النهار جغرافیائی است یعنی قطب شمال مغناطیسی درطهران درمغرب قطب شمال جغرافیائی واقع شده است .



س ۱۳۶ انحراف

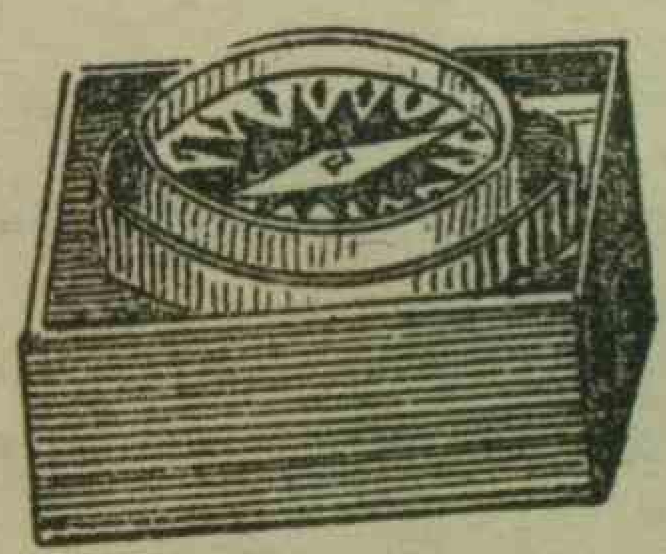


س ۱۳۷ تمایل

همینطور هرگاه از وسط عقربه مغناطیسی محور افقی س راگذرانیده دو سر محور را مثل شاهین ترازو در روی پایهٔ نصب کنیم بقسمیکه عقربه در سطح قائم مار بر نصف‌النهار مغناطیسی قرار گیرد مشاهده میشود که قطب شمال عقربه با خط افقی زاویه تشکیل میدهد که موسوم است بزاویهٔ تمایل مغناطیسی س ۱۳۷

قطب نماهای متعارفی - از شناسائی مقدار زاویه انحراف در هر نقطه از کره زمین شخص میتواند خود را بهر سمتی که بخواهد متوجه کند - آلاتیکه برای این امر بکار میروند موسومند بقطب نما.

قطب نماهای کوچک از یک دایره مدرجی ساخته شده اند که در وسط آن عقربه مغناطیسی بر روی پایه قائم قرار گرفته و میتواند با آزادی حول آن بچرخد (شکل ۱۳۸) چون قطب نما را در سطح افقی قرار دهند نوک آبی آن (معرف جهت شمال)



ش ۱۳۹ پرگار

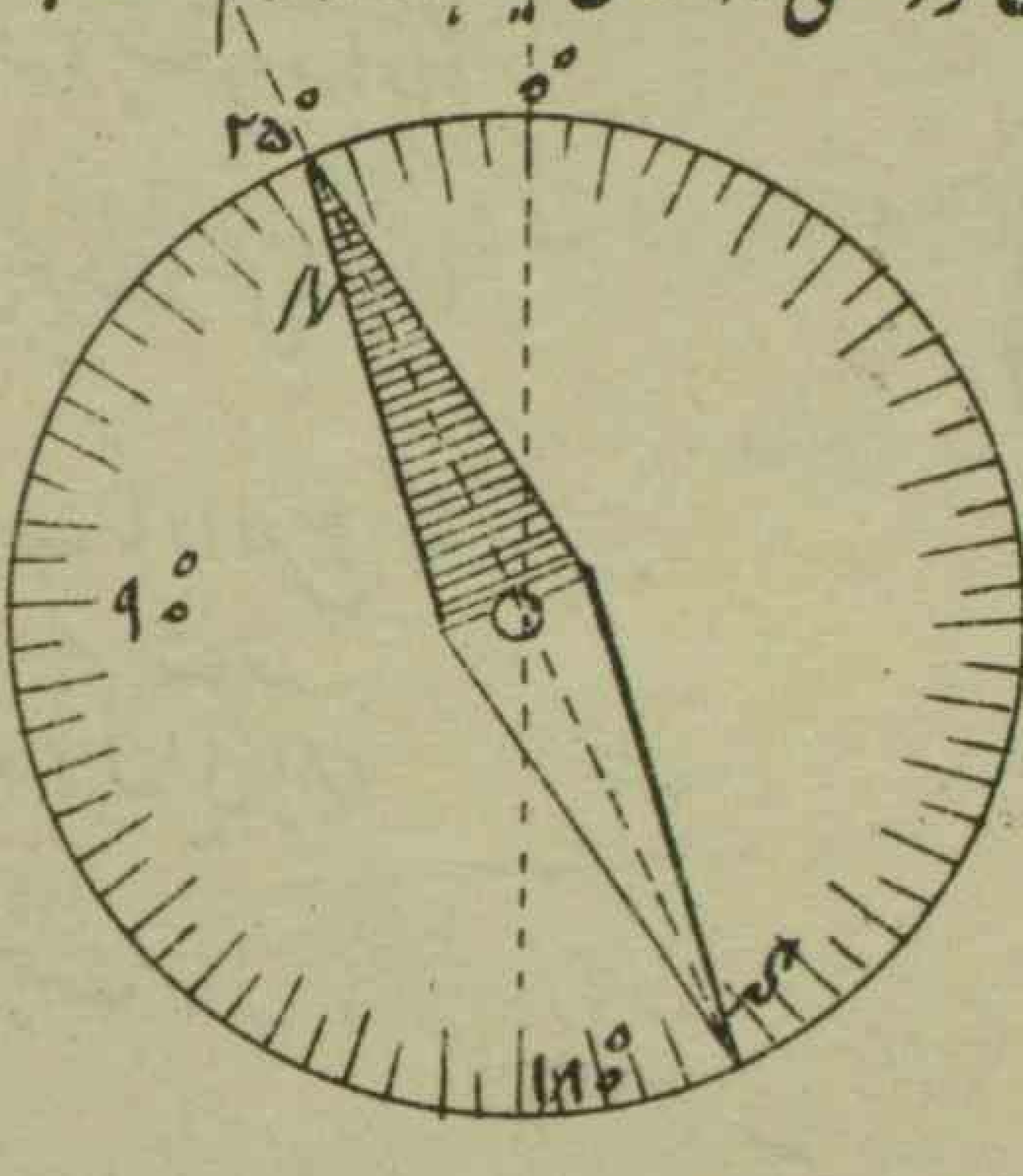
بطرف شمال متوجه میشود و برای بدست آوردن جهت شمال و جنوب جغرافیائی زاویه انحراف را نیز در نظر میگیرند باین ترتیب که قطب نما را طوری قرار میدهند که با خط ۰ - ۱۸۰ زاویه مساوی زاویه انحراف محل تجربه تشکیل دهد در اینحال امتداد خط ۰ - ۱۸۰ امتداد شمال و جنوب را تعیین میکند (شکل ۱۳۸) نمایش محلی را میدهد که زاویه انحرافش ۲۵ است).

قطب نمای ملاحی - در بحرپیمائی بشر بایستی متوجه بود تا کشتی از مسیر خود تغییر جهت نداده همیشه در یک خط سیر معین حرکت کند قطب نمای ملاحی یا پرگار اساساً یک عقربه مغناطیسی است که روی صفحه مدور میکا چسبیده و بر نوک پایه قائمی قرار گرفته است در روی این صفحه درجات محیطی و شکل گلبادی دیده

رسم شده است

قرص میکا با عقربه میچرخد و نقطه صفر آن قطب شمال مغناطیس را نشان میدهد خط مستقیمی نیز

در روی جعبه قطب نما نشان شده که جهت محور کشتی را نشان میدهد و موسوم است به



Ligne de foi فرض

کنیم جهتی که کشتی باید در آن سیر کند

۳۰ درجه شمال غربی باشد در اینصورت

شخص مواظب قطب نما باید کشتی را طوری براند

که محور کشتی با جهت شمال و جنوب جغرافیائی

ش ۳۸ قطب نما

زاویهٔ مساوی ۳۰ تشکیل دهد یعنی زاویه مساوی (۵ - ۳۰) با شمال عقربه سازد (۵

درجه انحراف محل است که در جدولهای مخصوصی ضبط شده است) (شکل ۱۳۹)

میدان مغناطیسی

طیف مغناطیسی - میدان مغناطیسی آهن ربا - خطوط قوه میدان

تجربه ۱ - هرگاه در روی یک عقربه مغناطیسی ورقه مقوا یا صفحه شیشه گذاشته بعد

الک بسیار نرمی براده آهن بر روی صفحه بپاشیم و ضمناً آن را گاه گاهی تکان دهیم تا

حرکت ذرات آهن سهلتر انجام گیرد ملاحظه خواهیم کرد که ذرات براده شکل دوایری

اطراف میله را احاطه کرده و رشته هائی از آنها تشکیل میشود که دو قطب آهن ربا

بیکدیگر نزدیک شده متمرکز میگردند ولی در قسمت خنثی عقربه براده آهن بهمان

شکلی که ابتدا ریخته شده باقی میماند و در اطراف همین ناحیه رشته های براده

شکل قوسها نقاط متناظره دو طرف منطقه خنثی را بیکدیگر ربط میدهند ببین ۱۴۰



ش ۱۴۰

شکلی که باین ترتیب حاصل میشود بطیف مغناطیسی موسوم میباشد از این تجربه چنین میفهمیم که اولاً قوه جاذبه مغناطیس

از وراء اجسام جامده نیز نفوذ میکند و ثانیاً این قوه که از قطبین ناشی میشود

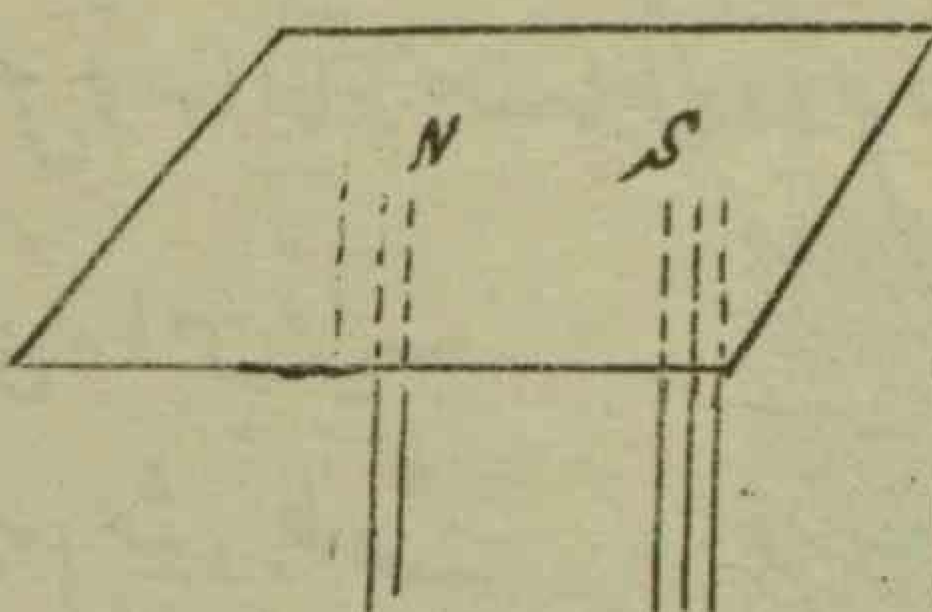
تا مقداری فاصله در اطراف آنها نیز مؤثر است .

قسمتی از فضای مجاور عقربه را که در آن قوه جاذبه مغناطیسی مؤثر است میدان

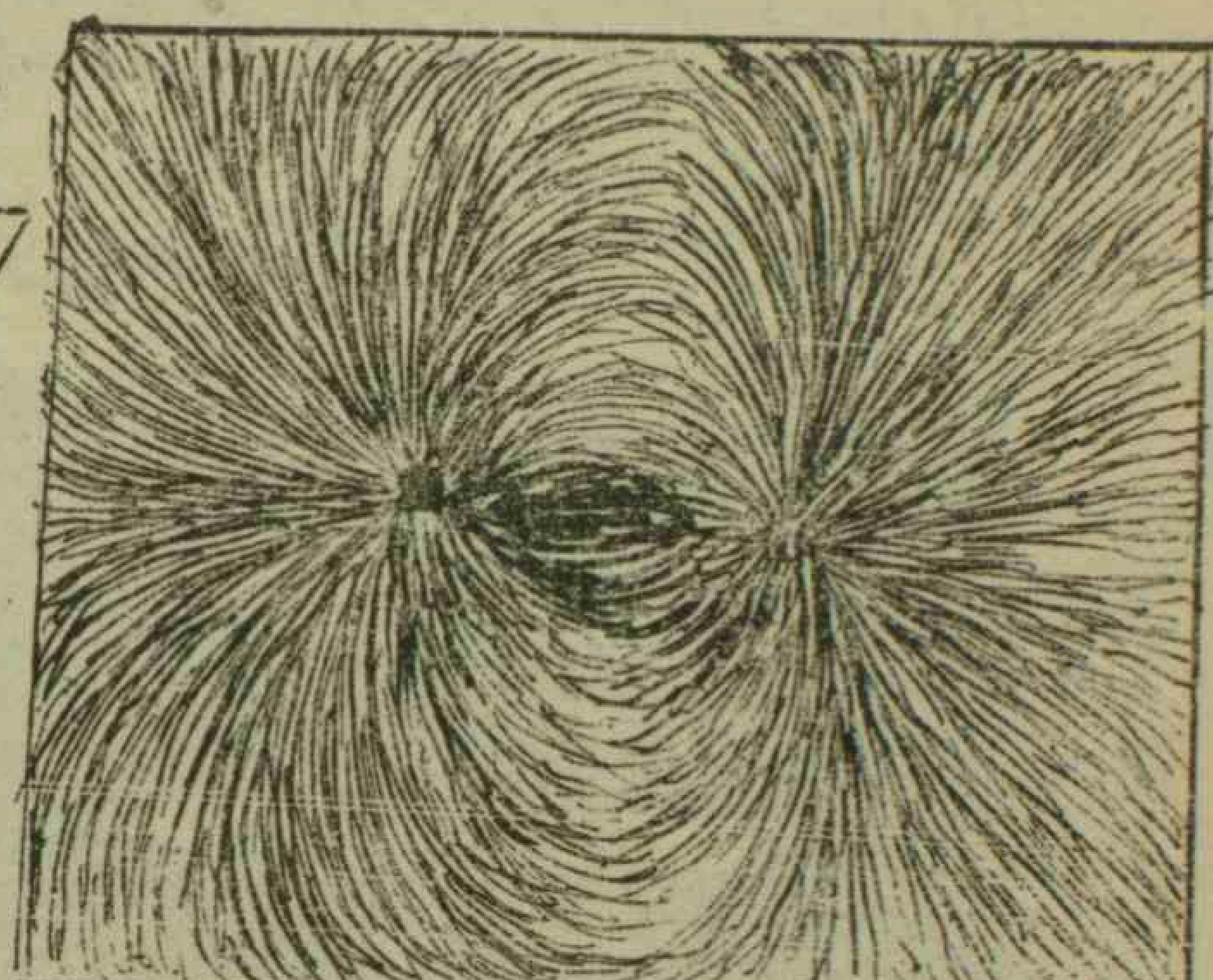
مغناطیسی خوانند و خطوط منحنیه که از اتصال ذرات آهن بیکدیگر تشکیل میشود

خطوط قوه این میدان اصطلاح کرده اند .

تجربهٔ ۲ – در این تجربه چون دو قطب شمال و جنوب مغناطیس نعلی شکلی را (مطابق شکل ۱۴۱) بطور قائم در زیر صفحهٔ مقوا نگاه داریم و تجربهٔ (۱) را تکرار کنیم اینفعه طیف مغناطیسی شکل (۱۴۲) در میآید .



س ۱۴۱



س ۱۴۲

تجربهٔ ۳ – درین دفعه چون بعوض دو قطب مختلف دو قطب متحد الاسم را در زیر صفحه قرار دهیم خواهیم دید که طیف مغناطیسی منظر شکل ۱۴۳ را دارا



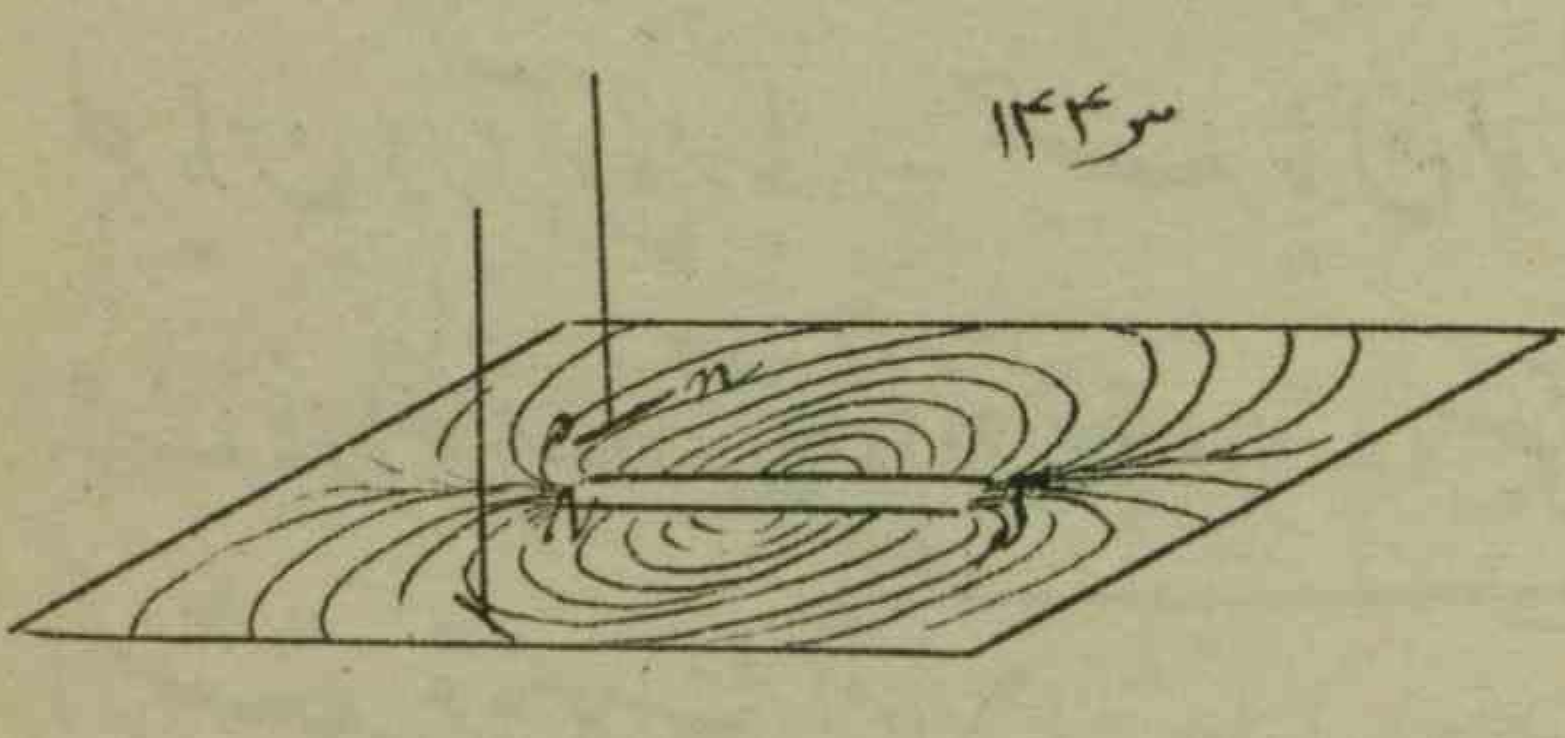
س ۱۴۳

خواهد بود و از ملاحظهٔ شکل (۱۴۰، ۱۴۲، ۱۴۳) واضح میشود که خطوط قوه که از

ناحیهٔ شمالی خارج میشوند بطرف خطوطی که از ناحیهٔ جنوبی خارج شده اند متوجه شده آنها را ملاقی میکنند و بایکدیگر مخلوط میشوند و بالعکس خطوط قوه که از دو ناحیهٔ شمالی یا جنوبی صادر شده اند بنظر میرسد که یکدیگر را دفع میکنند.

جهت خطوط قوه — هرگاه عقربهٔ مغناطیسی خیلی کوچکی را از مرکز ثقلش بیاویزیم و آن را در نقطهٔ غیر مشخصی که نزدیک به طیف مغناطیسی باشد نگاهداریم عقربه فوراً در جهتی مماس با خط قوه که نزدیک محل تعلیق سوزن است (شکل ۱۴۴) قرار میگیرد و علاوه

ش ۱۴۴



برین همیشه طوری واقع میشود که قطب جنوبش متوجه قطب شمال آن مغناطیسی است که تولید میدان کرده است و بالعکس، بطور قراردادی میگویند خطوط قوه از قطب شمال خارج شده بقطب جنوب داخل میشوند و در داخل مغناطیس از قطب جنوب بقطب شمال سیر میکنند.

هرگاه خطوط قوه میدانی بایکدیگر متوازی باشند آن میدان را متحد الشکل میگویند

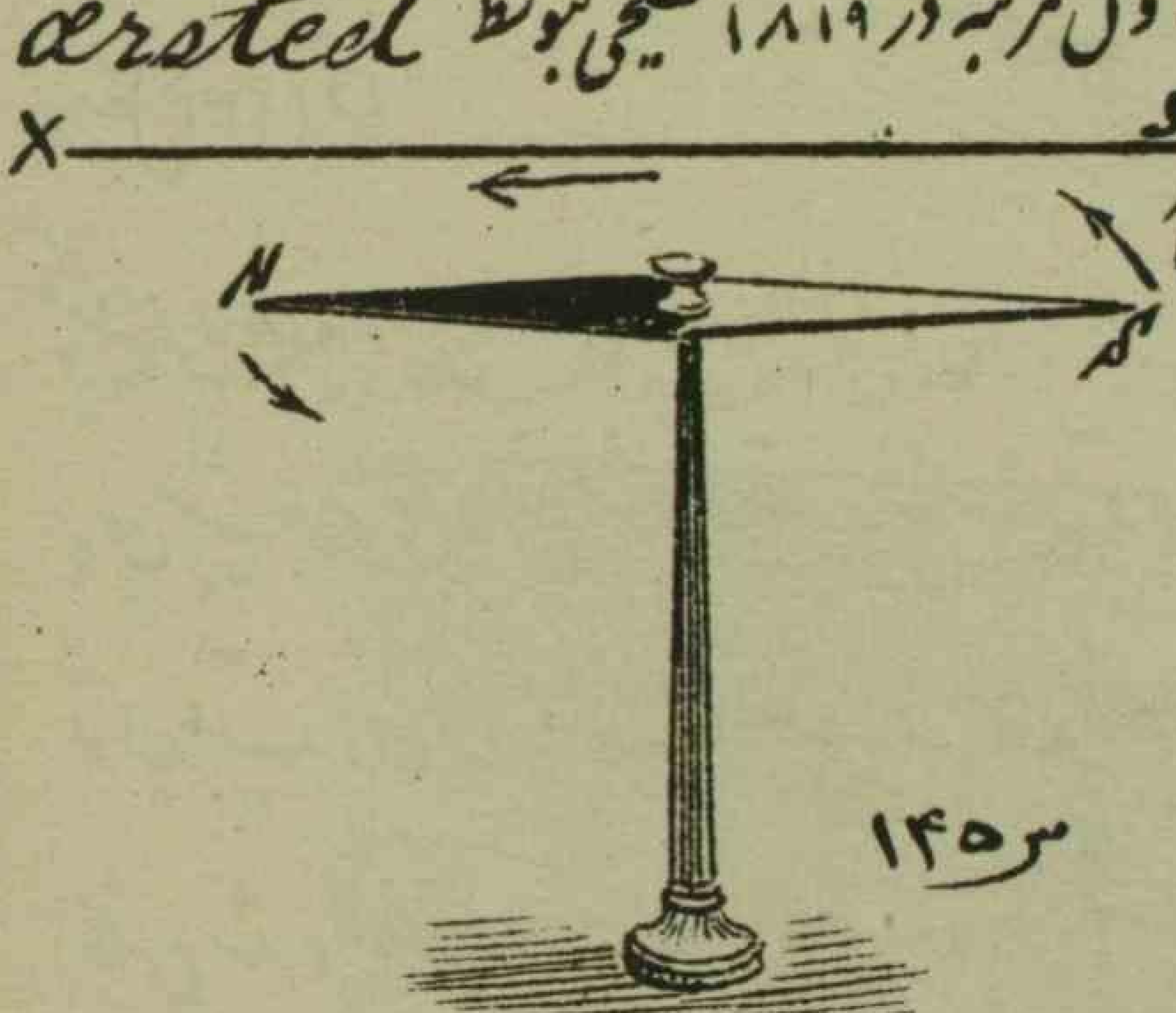
مثلاً میدان زمین و همچنین قسمتی از میدان مغناطیسی که ما بین دو شاخه آهن ربای نعلی شکلی واقع است متحد الشکل اند.

فصل هفتم

الکتریسیته مغناطیسی Electromagnetisme

میدان مغناطیسی حاصله از جریان الکتریک – اثر جریان در آهن ربا – جریان لوله شکل

اثر جریان الکتریک در آهن ربا اول مرتبه در ۱۸۱۹ مسیحی بتوسط Oersted ارستد[1] بتجربه پیوست از اینقرار:



شکل ۱۴۵

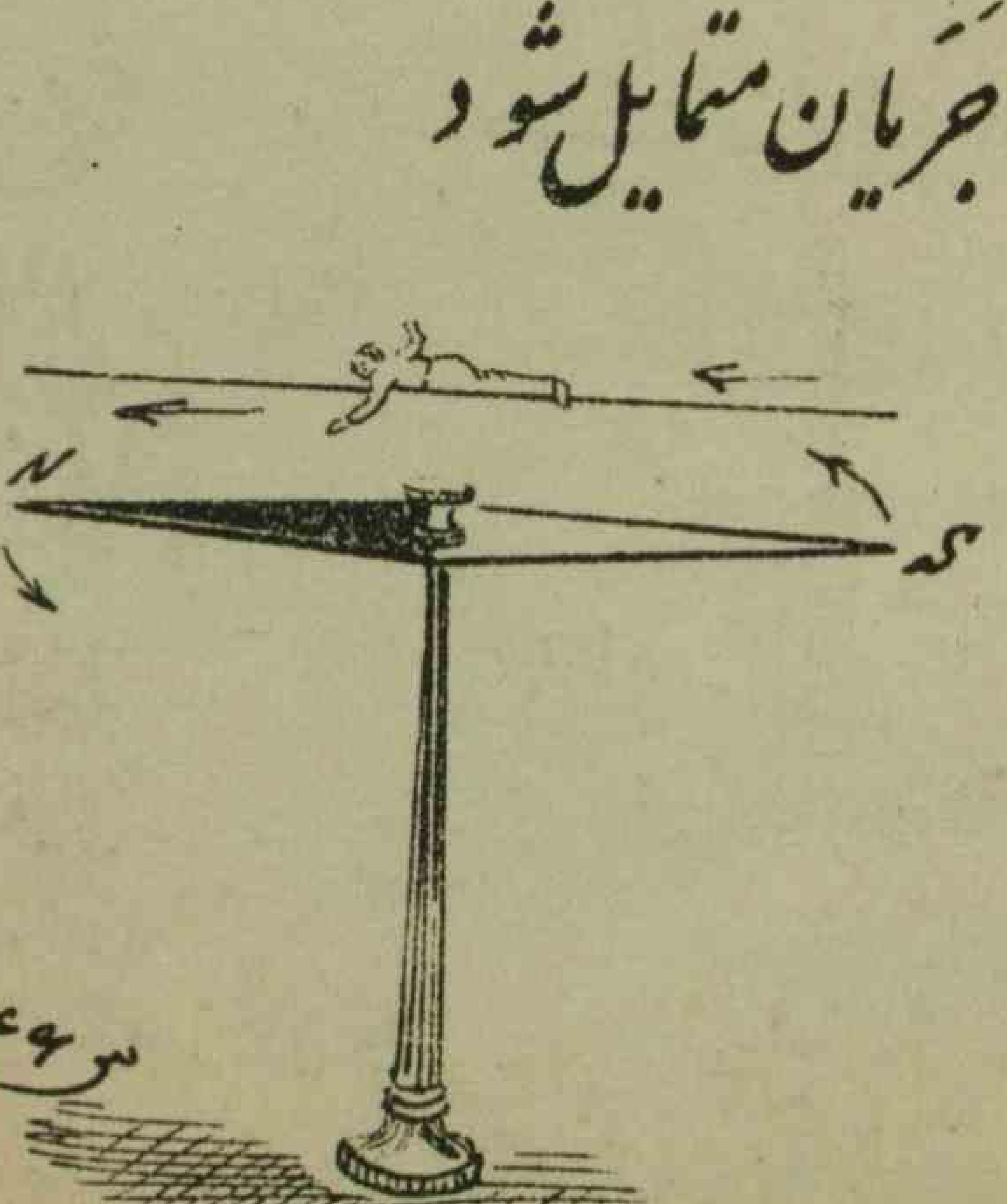
هرگاه مفتول هادی xy را در جهتی موازی با عقربه مغناطیسی SN که در روی پایه بازادی متحرکست

[1] ارستد (۱۷۷۷ – ۱۸۵۱) فرنگ دان دانمارکی اهمیتش مخصوصاً بواسطه همین تجربه است – و همین تجربه آمپر را در تحقیق اعمال مغناطیسی جریانها خیلی کمک کرد

ممتد کنیم دیده میشود که بمحض اینکه جریان الکتریسیته وارد مفتول شود عقربه از وضع
اصلی خود منحرف میشود و این انحراف مربوط است هم بجهت جریان و هم بوضع قرار مفتول
نسبت به عقربه و در همه حالات آن را از روی قاعدهٔ ساده که بتوسط آمپر
Ampère بیان شده است میتوان فهمید .

قاعدهٔ آمپر — هرگاه شخصی در معبر جریان بقسمی خوابیده باشد که جریان از طرف
پایش داخل شده از سرش خارج شود و بعلاوه قطب شمال را هم نگاه کند انحراف
همیشه بطرف دست چپ آن شخص خواهد بود — قانون آمپر را باینطریق نیز میتوان
بیان کرد .

اثر جریان در آهن ربا سبب میشود که قطب شمال آهن ربا بطرف چپ جریان متمایل شود

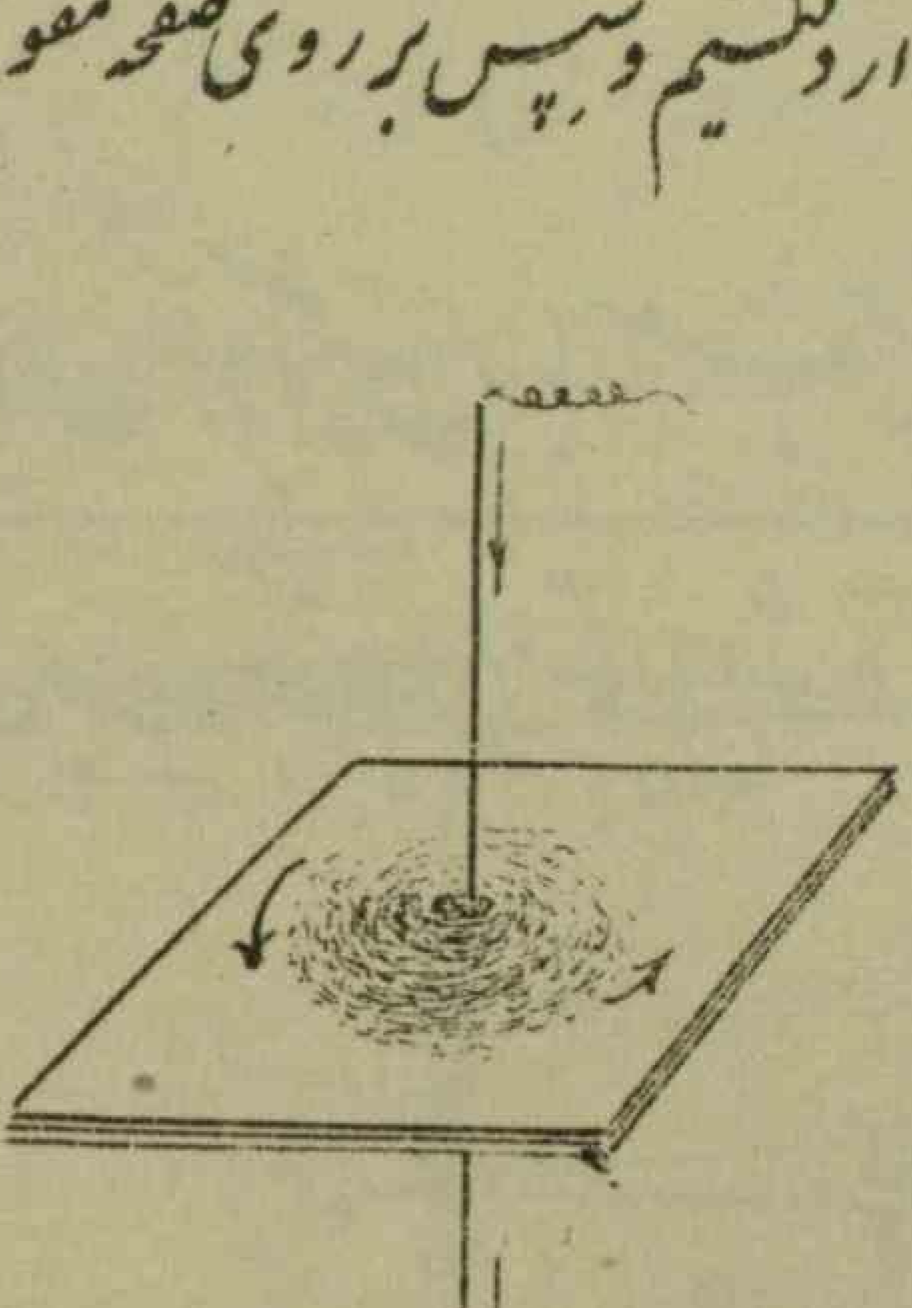


س ۱۴۶

از این تجربه چنین نتیجه میگیریم که هرگاه جریانی از جسم هادی عبور کند بلافاصله در اطراف خود میدان مغناطیسی شبیه بمیدان آهن ربا احداث میکند.

تحقیق در این میدان نیز بوسیله طیف مغناطیسی با براده آهن یا بوسیله عقربه کوچك مغناطیسی که بنخی آویخته باشد بعمل میآید و برای این قسم میدان سه حالت مختلف میتوان تشخیص داد از اینقرار :

(۱) میدان جریان مستقیم — هرگاه مفتولی را از وسط صفحه مقوائی عبور داده و جریان را در آن وارد کنیم و بعد بر روی صفحه مقوا براده آهن بریزیم طیفی تشکیل خواهد شد مرکب از دوائر متحد المرکزیکه مرکز همه آنها نقطه است که مفتول از صفحه عبور نموده و اگر فرض کنیم (مطابق شکل ۱۴۷) جهت جریان صعودی باشد مطابق قاعده آمپر جهة خطوط

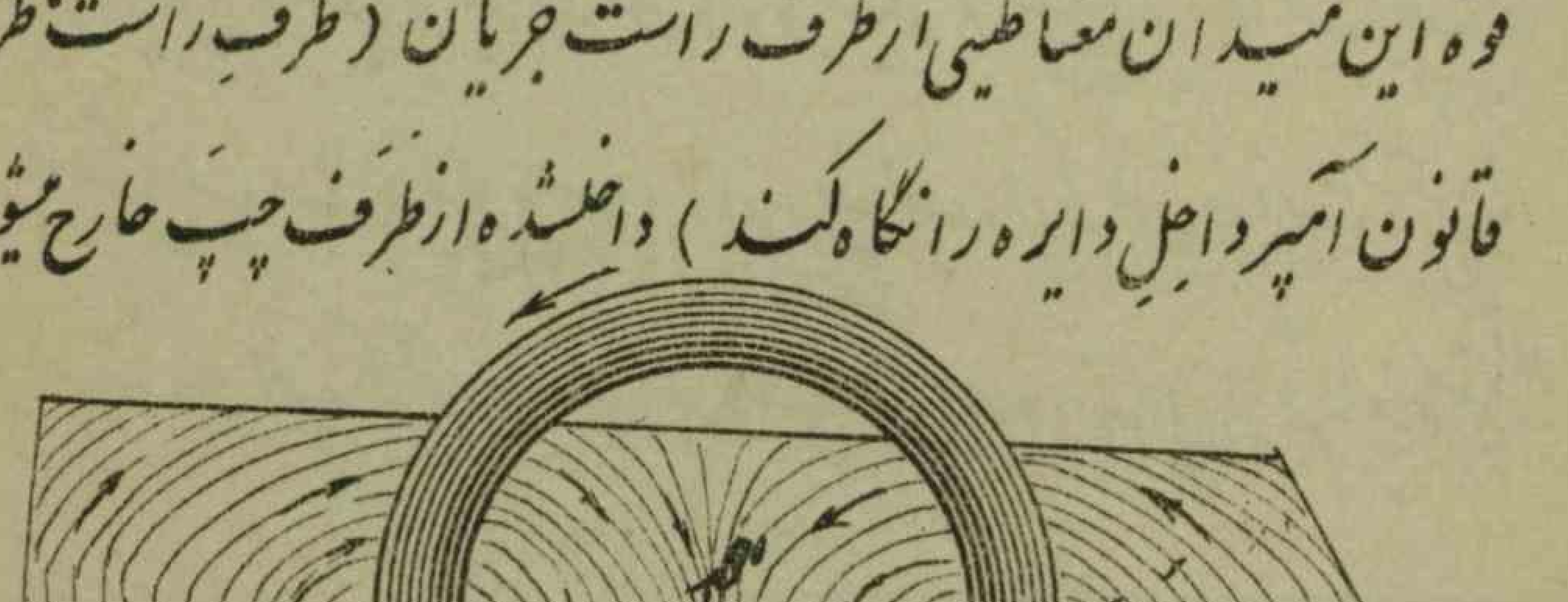


ش ۱۴۷

قوه این میدان برعکس حرکت عقربه های ساعت خواهد بود و هرگاه جهت جریان

متساوی الشده و مختلف الجهة را روی یکدیگر قرار دهیم (مثلاً مفتول را بر روی خودش برگردانیم) طیف مغناطیسی تشکیل نمیشود و یا بعبارةٍ اخری دو میدان مغناطیسی مختلف الجهة که تشکیل شده اند یکدیگر را خنثی میکنند .

ب) میدانِ جریان مدوّر — مفتول هادی این دفعه شکل دایره را داشته و از دو سوراخ صفحه مقوا عبور میکند (سطح دایره بر صفحه مقوا عمود است) . در اینحال چون براده آهن روی صفحه بریزیم بشکل قوسهائی درمیآید که اطراف دو سوراخ ت و ح را احاطه مینمایند و مطابق قاعده آمپر شخص ناظری که در نقطه غیر مشخص جریان قرار گیرد خطوط قوه از طرف راست بچپ آن شخص متوجه خواهند شد و دسته از خطوط قوه این میدان مغناطیسی از طرف راست جریان (طرفِ راست ناظر که مطابق قانون آمپر داخلِ دایره را نگاه کند) داخل شده از طرف چپ خارج میشود (شکل ۱۴۸)



ش ۱۴۸

بطور کلی میتوان گفت خطوط قوه از طرفی خارج میشوند که هرگاه شخص رو بآن طرف بایستد

جهت جریان الکتریک را مخالف جهت حرکت عقربه‌های ساعت می‌بینید

چون عقربهٔ مغناطیسی کوچک ns را در وسط دایره قرار دهند نقطهٔ شمالش بطرف چپ جریان

و جنوبش بطرف راست متوجه خواهد شد.

میدان مغناطیسی قرقره - جریان لوله‌شکل

فرض کنیم جریان الکتریسیته از مفتول فلزی که از جسم عایقی مستور و شکل پیچ حول

استوانهٔ بلوری پیچیده شده است عبور نماید (شکل ۱۴۹) در داخل استوانه خطوط

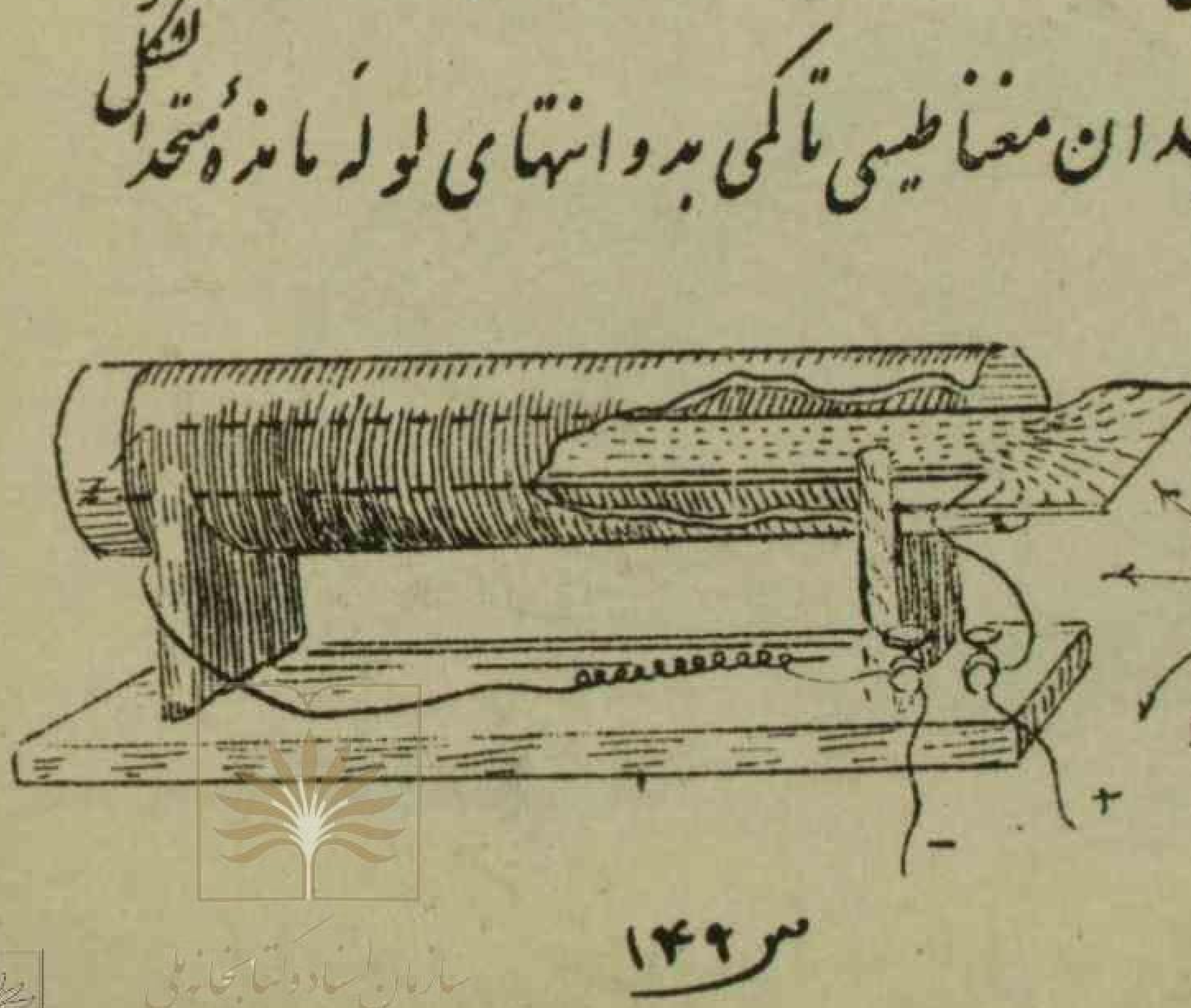
خطوط قوهٔ مغناطیسی را میتوان بوسیلهٔ طیفی که از ریختن برادهٔ آهن در روی صفحهٔ

مقوائی که در جوف استوانه قرار گرفته است معین نمود -

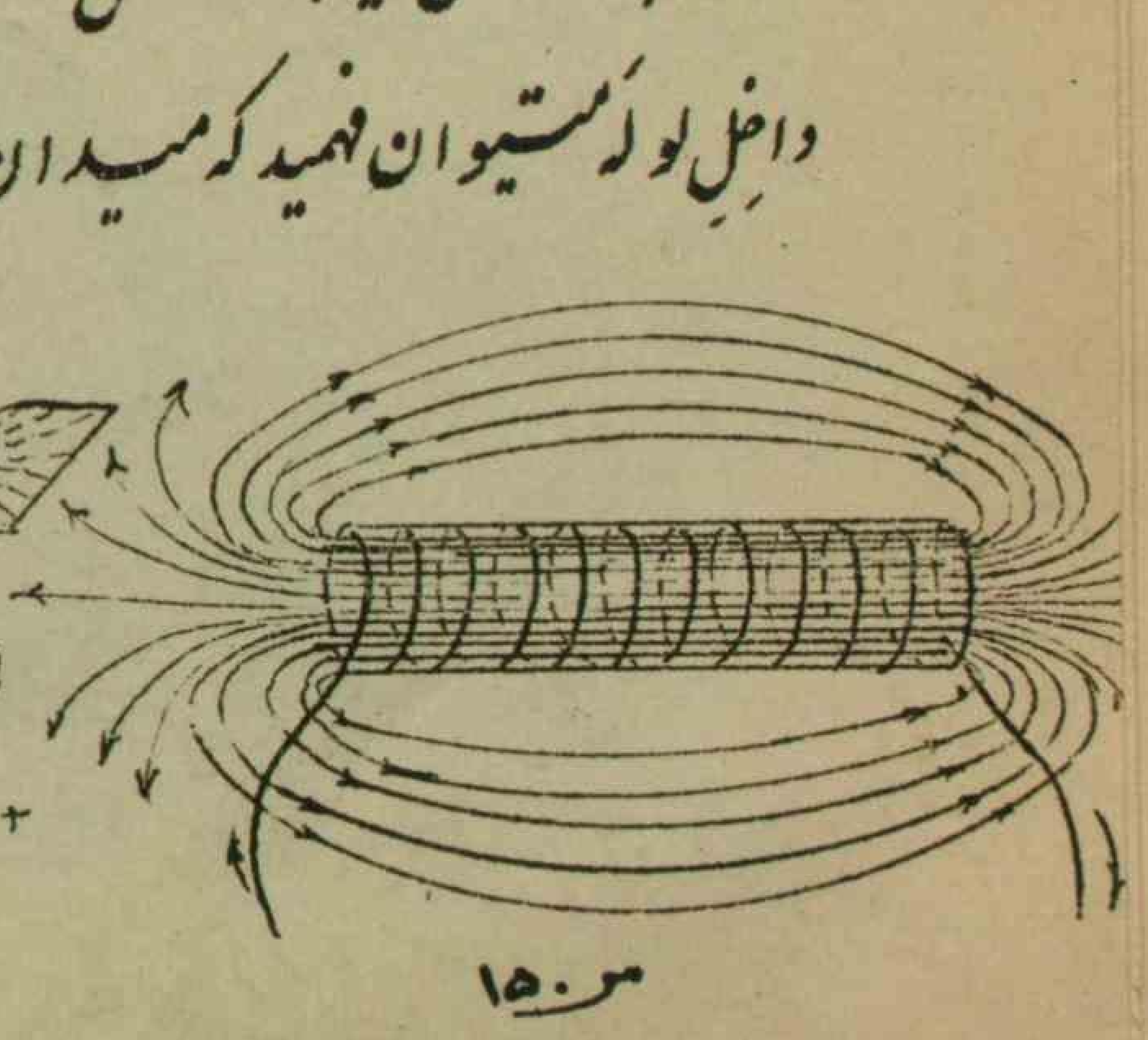
در خارج قرقره چنین استنباط میشود که خطوط قوه بیکدیگر متصل شده حالت طیف مغناطیسی

آهن ربا را تشکیل میدهند (شکل ۱۵۰) و از وضع قرار گرفتن ذرات آهن در

داخل لوله میتوان فهمید که میدان مغناطیسی تا کمی بدو انتهای لوله مانندهٔ متحد الشکل



ش ۱۴۹



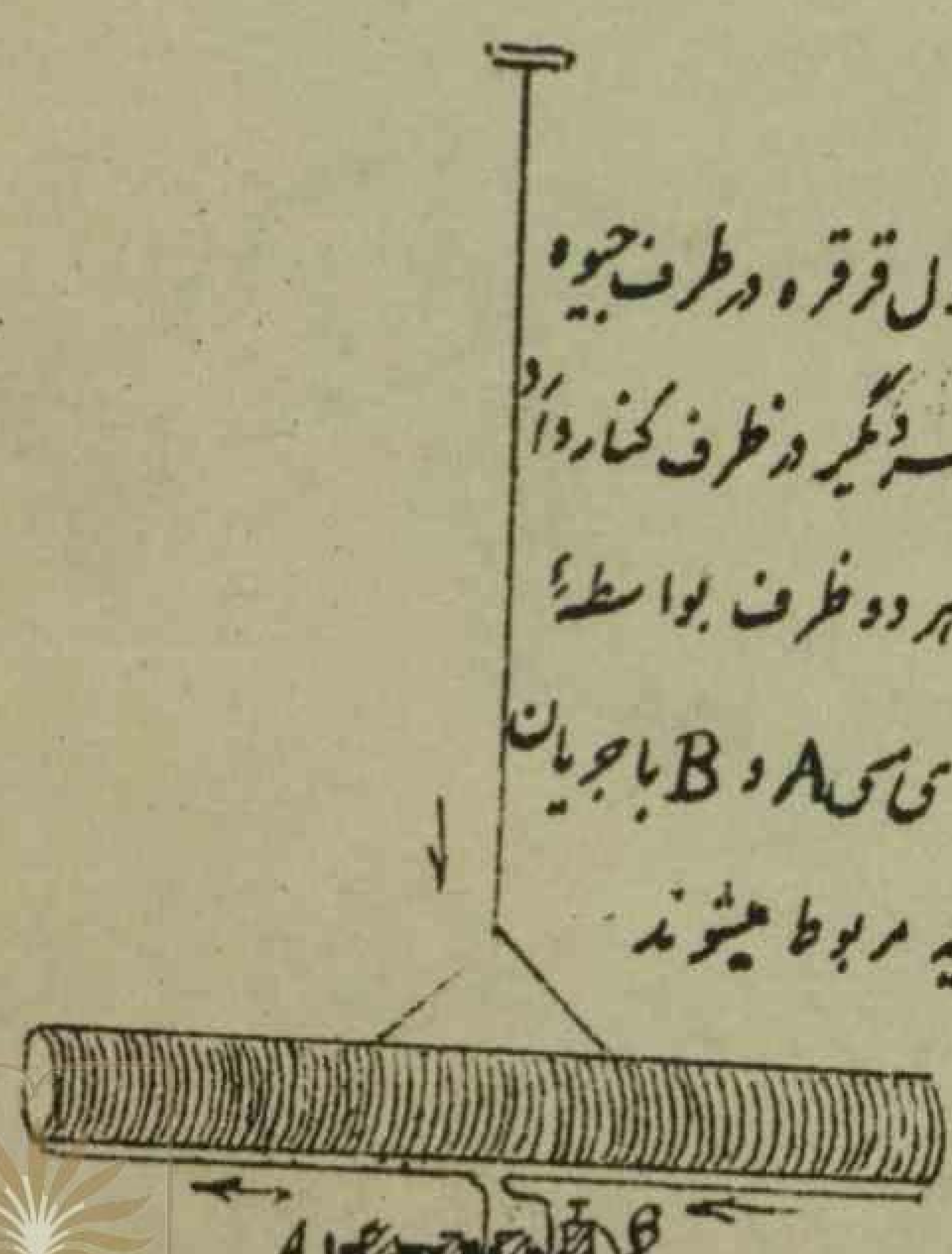
ش ۱۵۰

است – خطوط قوه از طرفی خارج میشوند که هرگاه شخص ناظر رو بآنطرف بایستد جهت جریان الکتریسیته را بر عکس حرکت عقربه های ساعت مشاهده میکند و بنابراین انتهای قرقره حالت قطب شمال و انتهای دیگر حالت قطب جنوب آهن ربا را دارا میشود.

دستگاهی که باین ترتیب تنظیم شود موسوم است به Solénoïde یا جریان لوله شکل

تجربه – هرگاه بوسیلهٔ اسباب مخصوصی قرقره را طوری بیاویزیم که بحال آزاد حول محور تعلیق خود بچرخد (شکل ۱۵۱) و پس جریان الکتریسیته را در آن وارد سازیم نفوذ قرقره در سطح نصف النهار مغناطیسی قرار میگیرد و طرفیکه متوجه قطب شمال میشود همان طرفی است که اگر شخص مقابل آن بایستد جهت جریان را بر عکس

یک سر مفتول قرقره در ظرف جیوه وسط و سر دیگر در ظرف کنار وارد میشود و هر دو ظرف بواسطهٔ مفتولهای سی A و B با جریان الکتریسیته مربوط میشوند

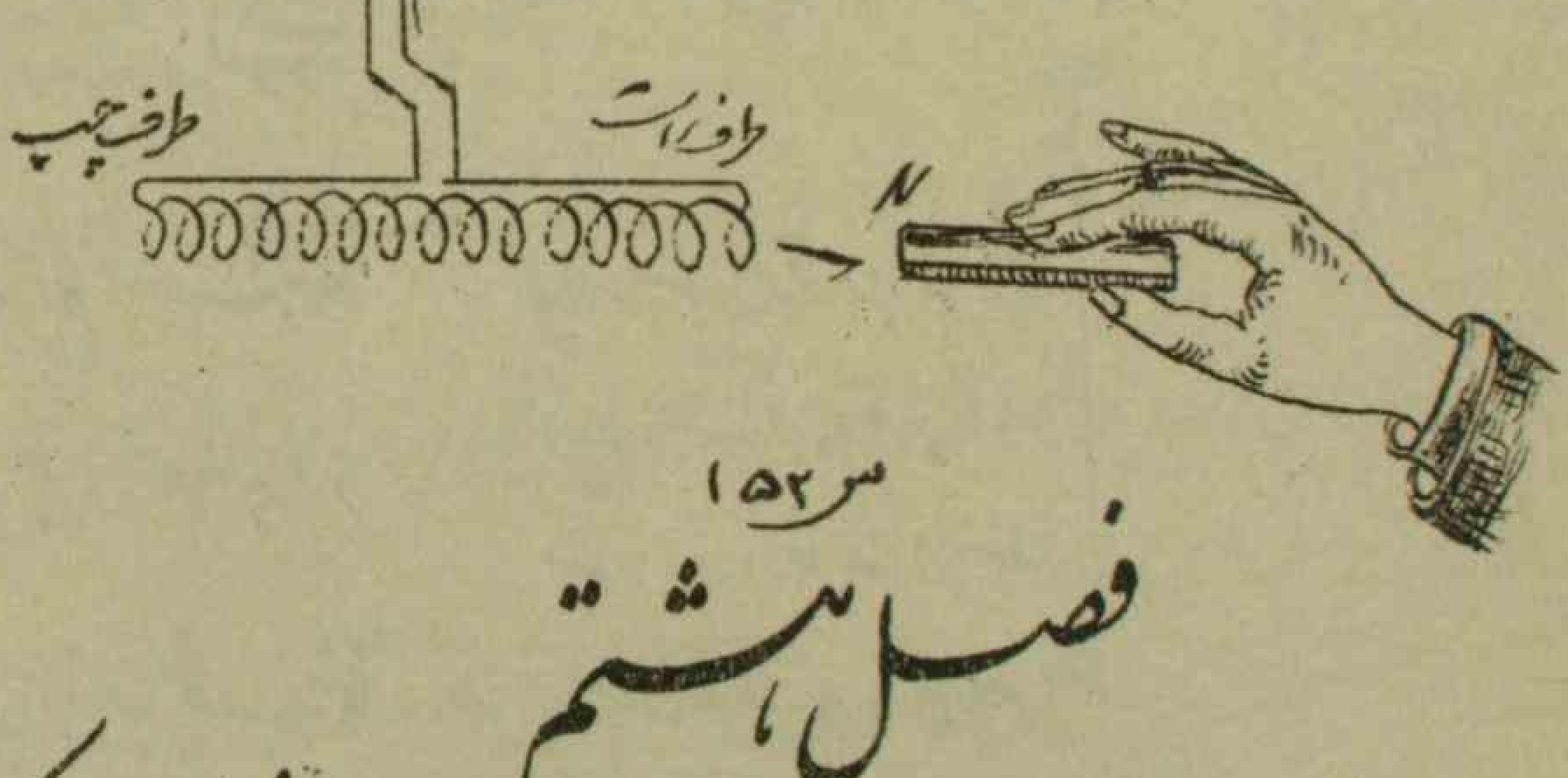


شکل ۱۵۱

جهت حرکت عقربه های ساعت مشاهده خواهد کرد .

اگر قطب شمال قرقره آهن ربا با قرقره دیگری را مجاور سازیم در صورت متحد الاسم بودنِ نقاط مجاورت دفع و در غیر آن جذب آن دو را مشاهده خواهیم کرد (شکل ۱۵۲)

در قرقره الکتریک ها جریان لوله شکل میتوان تجربه ارستد را تکرار نموده انحراف آن را در نتیجه اثر جریان مشاهده کرد و روی هم رفته از تمام این تجربیات چنین میفهمیم که قرقره الکتریک شباهت کاملی بمغناطیس دارد



س ۱۵۲

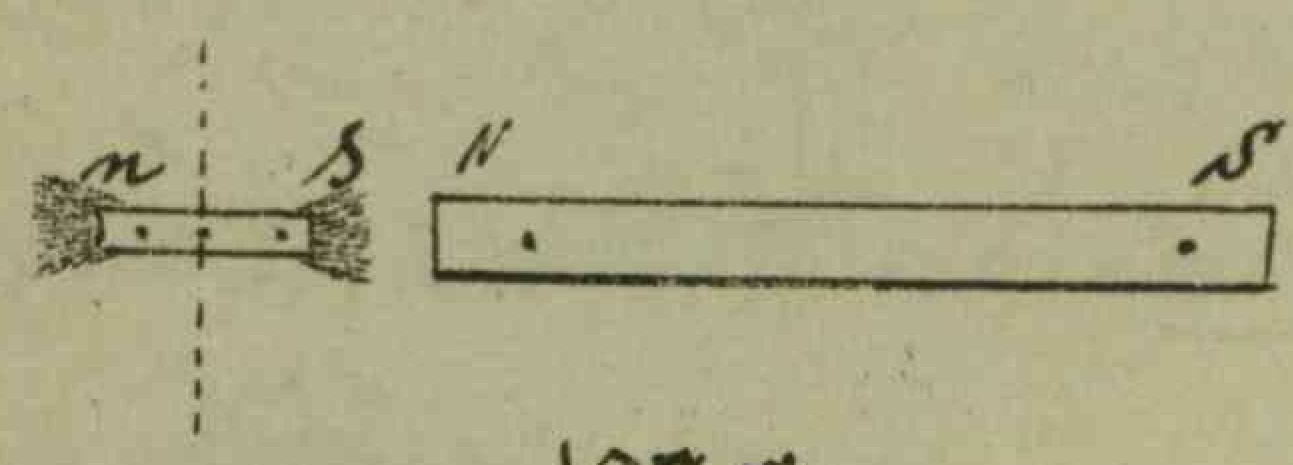
فصل هشتم

القاءِ قوه مغناطیسی در آهن و فولاد — مغناطیس الکتریکی

تولید قوه مغناطیسی در آهن بواسطه مجاورت با مغناطیس —

چون تیغه کوچک آهن خالص را در فاصله کمی مجاور قطب شمال تیغه مغناطیسی همه نمائیم

(شکل ۱۵۳) دو انتهای تیغهٔ آهن خاصیت جذب برادهٔ آهن پیدا کرده بعبارهٔ اخری مغناطیس میشود و برای اینکه قطبین اینمغناطیس را تشخیص دهند کافیست قطب شمال تیغه مغناطیسی را بیکی از دو انتهای تیغه م ه مثلاً ه نزدیک کرده و چنانچه همدیگر را دفع کنند این انتهای ه قطب شمال و انتهای دیگر م قطب جنوب خواهد بود.



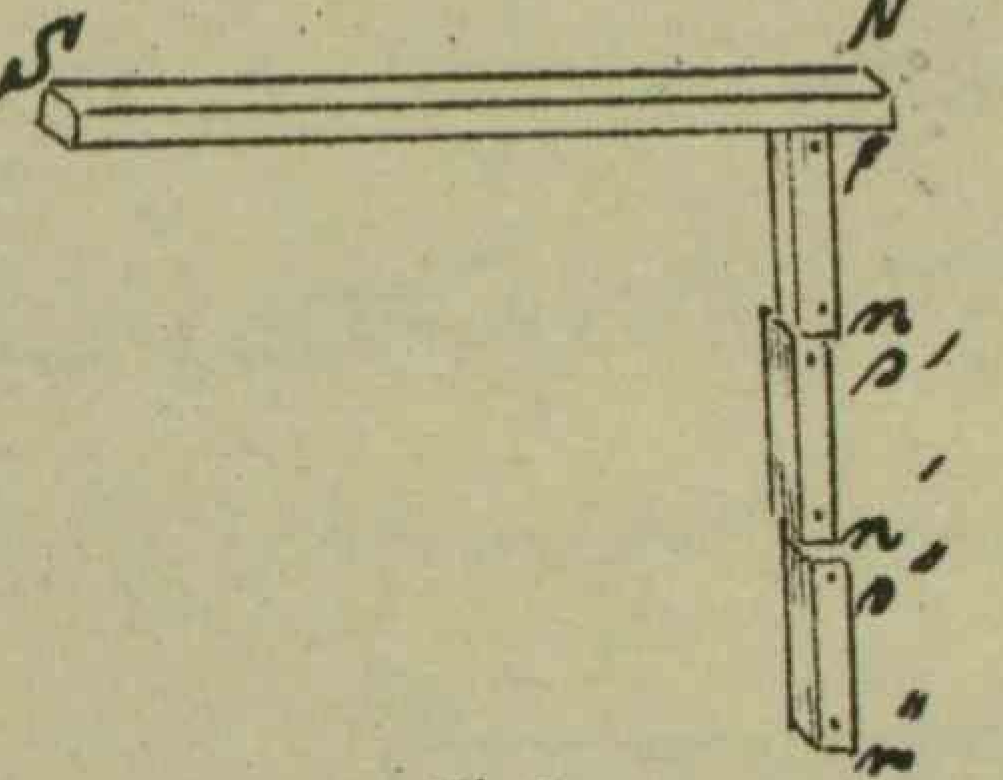
س ۱۵۳

باید دانست که خاصیت مغناطیسی تیغه م ه دائمی نبوده و پس از دور شدن آن از مغناطیس S N بعد از اندک مدتی این قوه از بین رفته براده های آهن میریزند و مخصوصاً پس از ضربه که به تیغه وارد آید این خاصیت معدوم میشود و بهمین جهة این قسم قوه را قوه مغناطیس موقتی Temporaire نامیده اند.

از روی این تجربه میتوان کیفیت تشکیل طیف مغناطیسی را بخوبی فهمید چه هر دانه از برادهٔ آهن بواسطهٔ مجاورت دارای خاصیت مغناطیسی شده اند مماس بر خط قوه میشود و مانند عقربهٔ مغناطیس قرار میگیرد

تجربه دیده شده است که اگر آهن خالص را خیلی نزدیک به مغناطیسی کنیم

قوه جاذبهٔ دو قطب N و S بسبب اتصال آن دو شده و اگر وزن آهن زیاد نباشد معلق میماند (شکل ۱۰۴) و چون قطعهٔ n s خاصیت مغناطیسی پیدا کرده آن نیز بنوبه خود میتواند قطعه آهن دیگری را جذب نماید ولی این خاصیت القاء رفته رفته ضعیف شده و بالاخره موقعی میرسد که دیگر قطعهٔ آخر نمیتواند قطعات دیگری را بخود جذب کند بهمین ترتیب است که ذرات براده آهن در قطبین مغناطیس بیکدیگر متصل میشوند.



ش ۱۰۴

القاء قوه مغناطیسی ثابت در فولاد بواسطه مجاورت — قوه Coercitive

اگر تجربیات قبل را با میله فولادی مجری کنیم این میله نیز دارای قوه مغناطیسی میشود ولی در اینجا برخلاف آهن خالص از بین رفتن این خاصیت مشکل و ضربه سخت هم برای آن کفایت نمیکند و برای از بین بردن اینقوه باید آن را بحرارت

سرخ سفید گرم گردد یا آن را در تحت اثر میدان مغناطیسی دیگری که جهتش
مخالف جهة مغناطیس ملقی باشد قرار داد، این خاصیت ضبط قوهٔ مغناطیسی
در فولاد را قوهٔ Coercitive نامیده اند

القاء قوهٔ مغناطیسی بواسطهٔ جریان — هرگاه میلهٔ آهنی یا فولادی را
در میدان مغناطیسی جریان قرار دهیم خاصیت مغناطیسی موقتی یا دائمی دارا
شده و از تجربه های ذیل این مسئله واضح میشود :

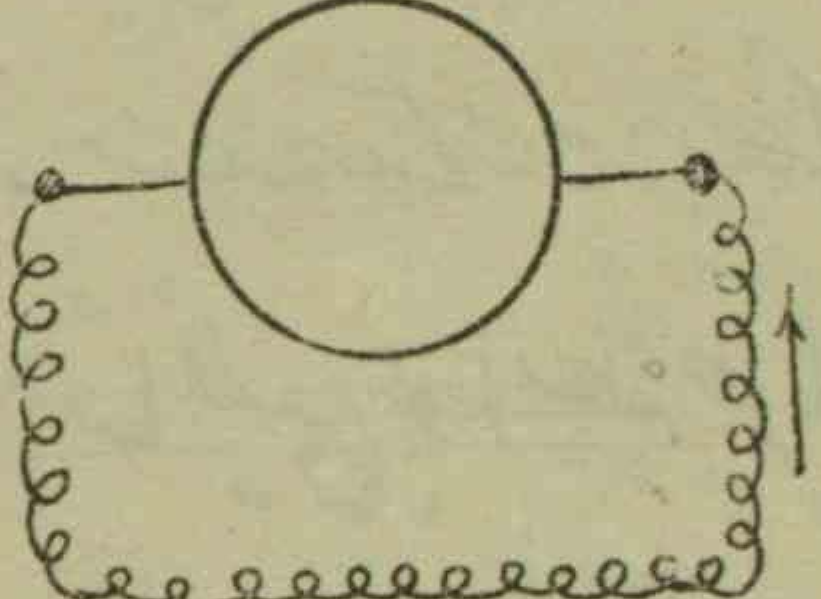
۱- قوهٔ مغناطیسی ثابت فولاد — هرگاه میلهٔ فولادی را در لولهٔ شیشهٔ مفتول پیچ شده
داخل کرده و جریان را مدت چندین دقیقه از مفتول عبور دهیم تجربه نشان
میدهد که میلهٔ ما دارای خاصیت مغناطیسی شده و بر طبق آنچه که قبلاً دیده ایم قطب
شمال سوزن طرفی است که شخص باید رو بآنطرف ایستاده جهة جریان را بر عکس جهت
حرکت عقربه های ساعت مشاهده نماید ش ۱۵۵

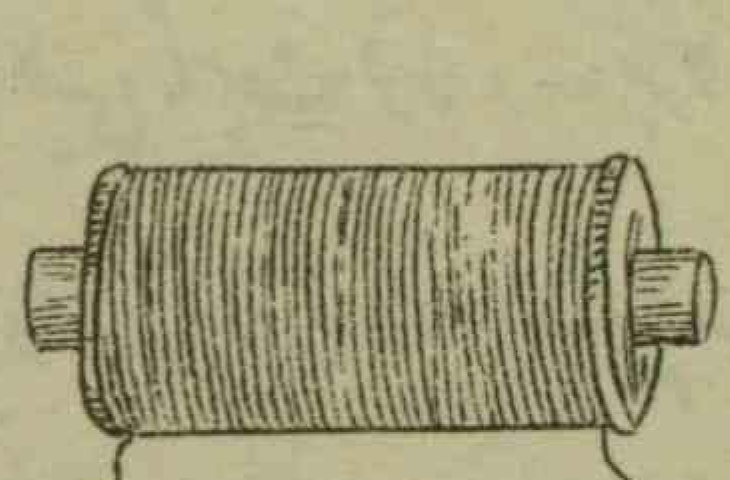


ش ۱۵۵

۲- قوهٔ مغناطیسی موقتی آهن — مغناطیس الکتریکی — بنابر آنچه گفته شد اگر

میله آهن خالص در درون قرقره مفتول پیچ قرار گرفته باشد پس از عبور جریان در این مفتول میله آهن خاصیت مغناطیسی پیدا میکند ولی پس از قطع جریان بحالت اول خود برگشته خاصیت خود را از دست میدهد بنابراین میتوان بمیل خود در آن ایجاد قوه مغناطیسی کرده و یا آن را از بین برد. چنین آلتی را مغناطیس الکتریکی گرده اند. س ۱۵۶



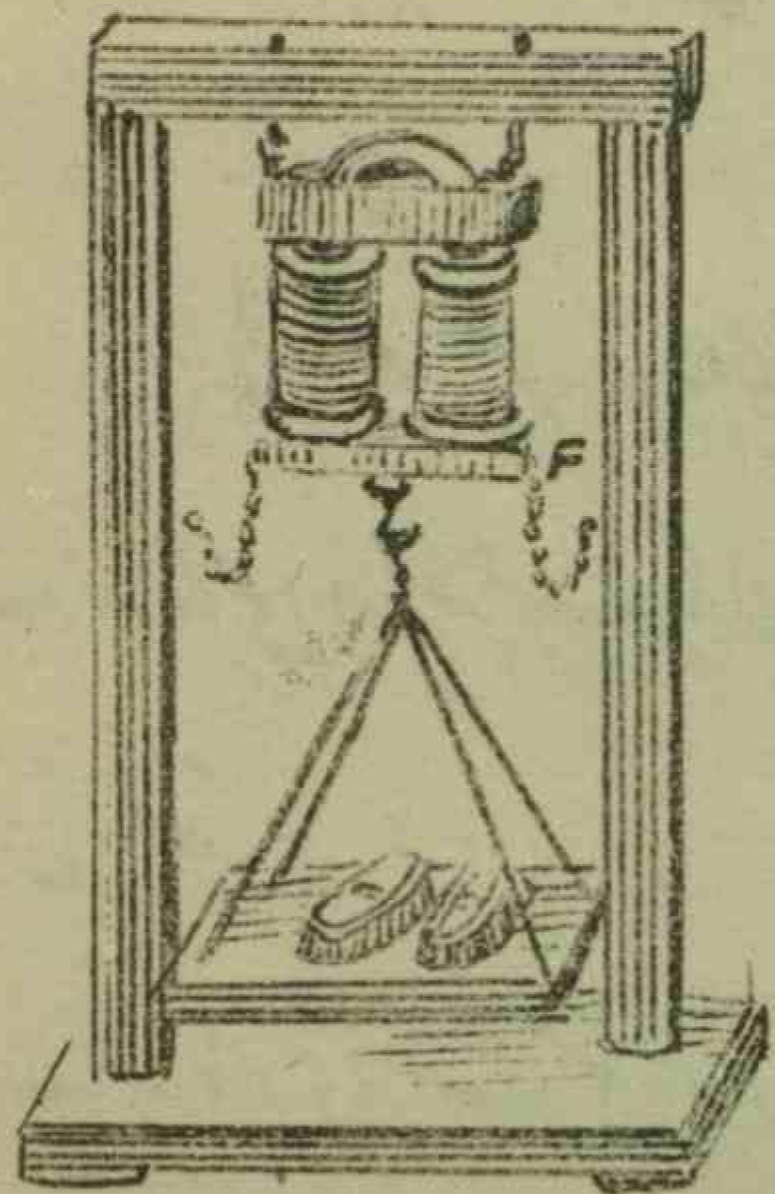


س ۱۵۶

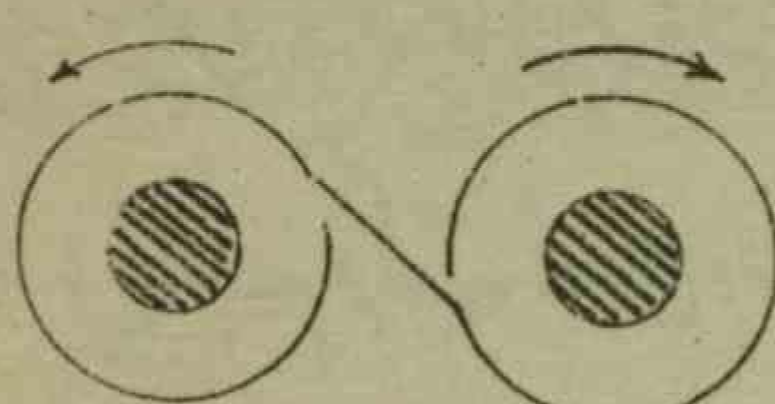
اگر عوض میله آهنی با میلهٔ فولاد این تجربه بعمل آید تیغهٔ فولاد یک مغناطیس قوی میشود بطوریکه مغناطیسهای معمولی را بهمین قسم تهیه مینمایند.

ساختمان مغناطیس الکتریکی — هرگاه بخواهند مغناطیس الکتریکی را برای جذب قطعات آهن خالص استعمال کنند بهتر آنستکه آن را بشکل نعل الاسب ساخته سطح تماس آن را با آهن زیادتر کنند وضمناً برای آنکه دارای

دو قطب شمال و جنوب بشود بایستی جهت پیچیدن مفتول در روی دو شاخه
معناطیس مخالف یکدیگر باشد (شکل ۱۵۸)



ش ۱۵۷



ش ۱۵۸

اثر جاذبه دارد بر صفحه آهن
خالص F موسوم بجوشن
بایستی بلا فاصله بعد از قطع
جریان از بین برود ولی معمولاً
بواسطه خاصیت معناطیسی موقتی
که قبلاً ذکر شد اینعمل بخوبی انجام
نمیگیرد بهمین جهت در تلگرافخانها
و سایر موارد دیگه احتیاج بمعناطیس
الکتریکی دارند بوسائل دیگر
مثبت میشوند تا از این نقص جلو
گیری شود - موارد استعمال معناطیس الکتریکی در زنگ اخبار و تلگراف و ماشین
گرام است نه بعدها خواهد آمد.

فصل نهم

آثار شیمیائی جریان الکتریتیه

اِلکترلیز Electrolyse

هرگاه مقداری مایعی در معبر جریان الکتریتیه واقع شود سه حالت مختلف ممکن است اتفاق افتد.

۱- مایع جسم بسیط هادی است مثل جیوه — در اینحال جریان الکتریتیه مایع را نیز مثل سایر قسمتهای معبر خود گرم میکند.

۲- مایع جسم بسیط یا مرکب غیر هادی است (گوگرد مذاب - آب خالص - نفط - الکل - وغیره) در اینحال جریان اصلاً عبور نمیکند.

۳- مایع جسم مرکب هادی است (اسید - بز - یا ملح که در حال ذوب یا انحلال باشد) در اینحال جریان عبور کرده مایع را به عناصر مرکبه تجزیه میکند و اینعمل یعنی تجزیه تکمایع شیمیائی را بتوسط جریان الکتریتیه الکترلیز Electrolyse و خود مایع را الکترلیت Electrolyte نامند

دو جسم هادی که در مایع داخل شده سبب نفوذ جریان میگردند باسم

الکترد Electrode خوانده میشود الکترد مثبت را آند Anode و الکترد منفی را کاتد Cathode

و اجسامیکه در نتیجه تجزیه بدست میآید یُن Ion خوانند

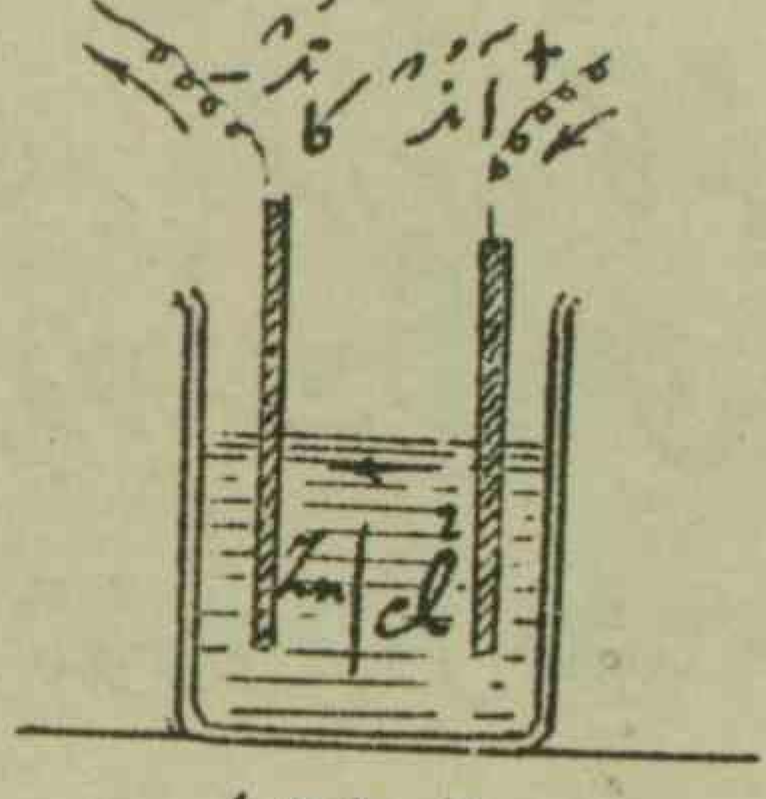
هر الکترلیز تابع سه قانون اصلی ذیل میباشد .

۱- الکترلیت را میتوان شکل عمومی M R درآورد که پس از عبور جریان عناصر M و R از آن بدست میآیند .

۲- اجسام ثانوی که از الکترلیز بدست میآیند فقط در الکتردها جمع شده و در خود جرم مایع باقی نمیمانند .

۳- یُن M (فلز یا ئیدرژن) با جریان نزول کرده بطرف کاتد میرود و یُن R از جریان صعود کرده در آند جمع میشود .

باسانی ممکن است صحت این قوانین را بتوسط کلرور دوزنگ Zn Cl که در ظرف شیشه نازک بحال ذوبان بوده و دو میله زغال یا طلای سفید در آن فرو برده باشند معین کرد زیرا بمحض اینکه جریان را وارد کلرور دوزنگ نمائیم حبابهای کلر از آند متصاعد شده و تغییر طلای سفیدی که در کاتد قرار گرفته است از یک ورقه زردی پوشیده میشود

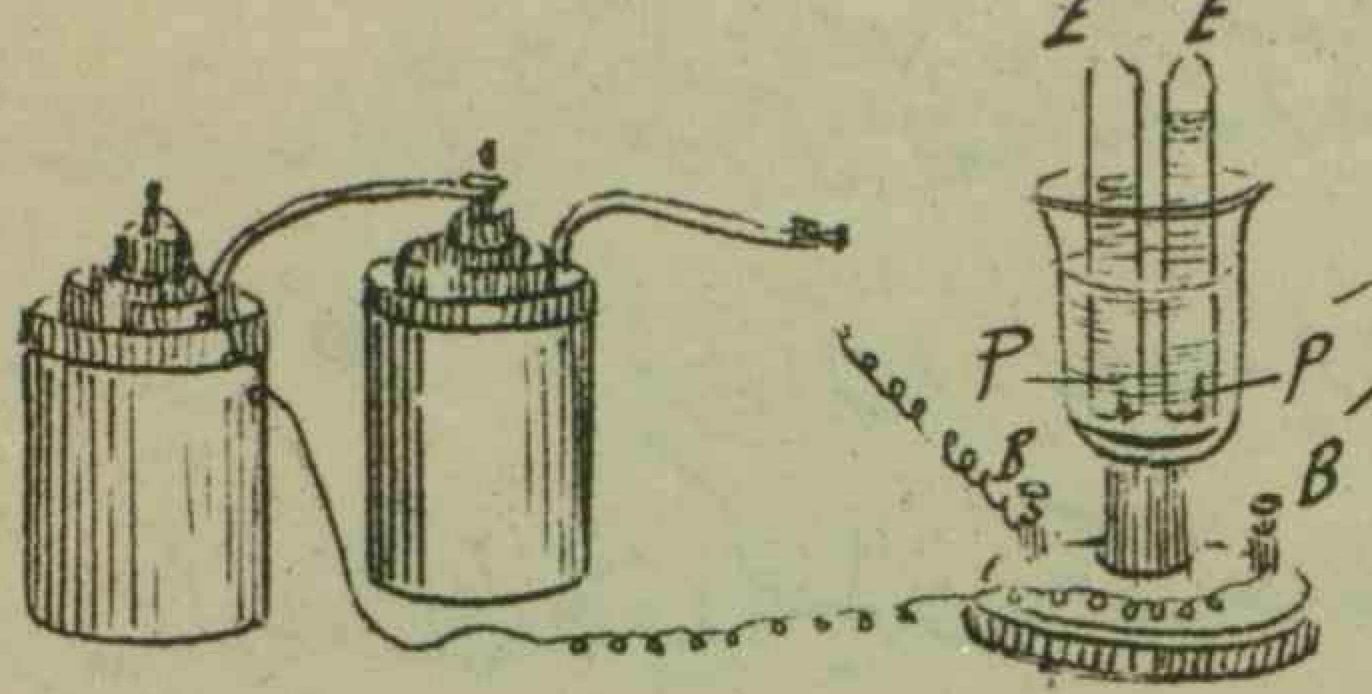


ش ۱۵۹

تجزیه اجسام همیشه باین سادگی نبوده بلکه غالباً بین مواد تجزیه شده (یونها) خود و یا بین آنها و مایع اصلی یا الکترودها فعل و انفعالات شیمیائی انجام گرفته و ظاهراً چنین بنظر میرسد که قوانین الکترلیز استثناء پذیر میباشند چنانکه از امثله ذیل این مسئله واضح میشود:

۱- **تجزیهٔ اسید سولفوریک مخلوط با آب** — در ته ظرف بلوری V دو الکترود طلای سفید P و P' را نصب کرده و در آن اسید سولفوریک که نه برابر حجمش آب اضافه شده ریخته اند و در روی دو الکترود دو لوله تجربه E و E' معکوساً گذاشته شده تا بخارات متصاعد در آنها جمع شود — چون دو کنار B و B' را بدو قطب پیل (یا مجموعهٔ از چند پیل) متصل کنیم (چنین آلتی را ولتامتر Voltametre خوانند) بلافاصله جریان الکتریسیته برقرار و حبابهای گاز در روی الکترودها متصاعد شده بتدریج آب از لوله ها پائین میآید گازی که در کاتد جمع میشود ئیدرژن و آنکه در آند است اکسیژن میباشد و اینشیه

حجم ئیدرژن دو برابر اکسیژن است (شکل ۱۶۶)



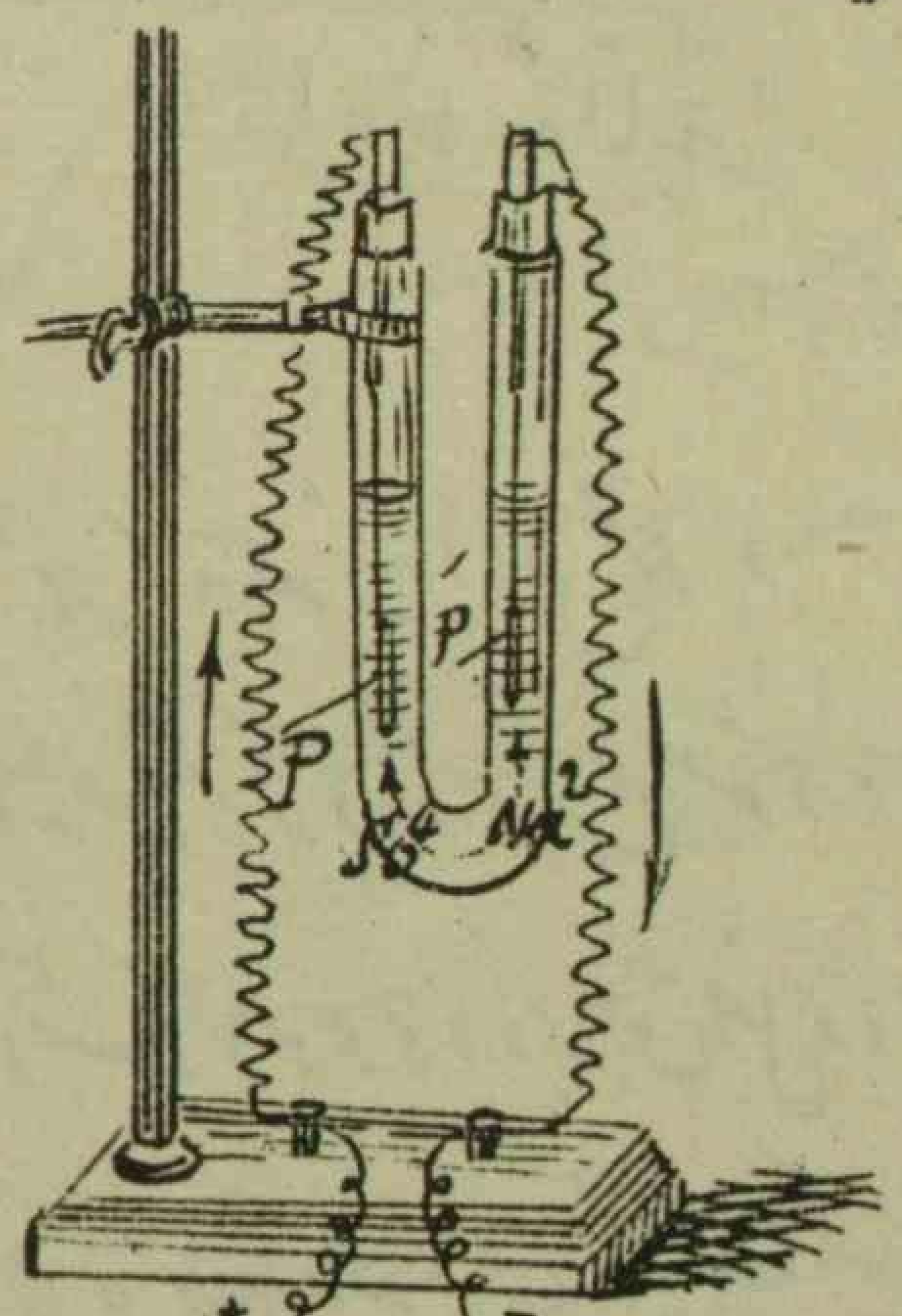
ش ۱۶۶ ولتامتر

جوهر گوگرد SO^4H^2 بدوین H^2 و SO^4 تجزیه شده H^2 بطرف کاتد صعود کرده در لوله جمع میشود ولی SO^4 که بطرف آند متوجه میشود در آنجا با آبیکه موجود بوده بر طبق فعل و انفعال ذیل تولید جوهر گوگرد میکند $SO^4 + H^2O = SO^4H^2 + O$ باین ترتیب اکسیژن در آند باقیمانده و اسید سولفوریک که دو مرتبه تولید میشود در آب حل میگردد

بقسمیکه بواسطه فعل و انفعال ثانوی بین یون SO^4 و آب میتوان گفت که تجزیه آب بعمل آمده است و بهمین جهة اغلب این الکترلیز را باسم تجزیه آب مینامند.

این تجربه اولین دفعه توسط Nicholson و Carlisle

۲ — **تجزیه سولفات دوسدیم** — آلت تجزیه ظرفی است که در شکل ۱۶۱ آن محلول سولفات دوسدیمی که با تنتور خطمی (۱) آن را رنگ کرده اند ریخته شده است دو تیغهٔ طلای سفید P و P' نیز در آن فرو برده اند چون جریان را از مایع عبور دهیم بخار ئیدرژن از کاتد و اکسیژن از آند متصاعد شده و ضمناً نیز رنگ مایعی که در آند است قرمز (وجود اسید) و در کاتد سبز (وجود بز) میشود



ش ۱۶۱

حال باید دید که کیفیت عمل چگونه بوده است؟

سولفات دوسدیم Na^2SO^4 که بواسطه عبور جریان به SO^4 و Na^2 تجزیه شده — سدیم بطرف کاتد P' رفته در آنجا آب را تجزیه کرده تولید ئیدرژن و یک بز (سود) میکند و این بز رنگ مایع را سبز مینماید:

$$Na^2 + 2H^2O = 2NaOH + 2H \nearrow$$

(۱) برای تهیه این تنتور کافی است که گل خطمی خشک را چند دقیقه در محلول سولفات دوسدیم قرار داد، مایع برنگ خطمی تهیه میشود [illegible] میکنند.

این SO_4 هم بواسطه مجاورت با آب ناحیه آند تولید اکسیژن و اسید سولفوریک کرده ، اکسیژن متصاعد و اسید سولفوریک رنگ مایع را قرمز میکند .

۳- **تجزیه کات کبود مابین الکترد های مسی** - در این تجزیه کات کبود $CuSO_4$ تجزیه شده مس آن بطرف کاتد رفته بر حجم مس آن طرف میافزاید با SO_4 آن در آند با آب ترکیب شده تولید اسید سولفوریک مینماید که این جسم اخیر نیز با مس ترکیب شده تولید کات کبود جدیدی میکند :

$$CuSO_4 = Cu + SO_4$$

با نتیجه مقدار کات کبود ثابت مانده و دائماً از مس آند کم شده بر مس طرف کاتد میافزاید و همین کیفیت مبنی و اساس قالب گیری است - تجزیه ازتات دارژان AzO_3Ag مابین دو الکترد نقره بهمین قسم میباشد .

۴- **تجزیه محلول تپاس** - در اینجا $2KOH$ تجزیه شده پتاسیم آن ($2K$) در کاتد با آب ترکیب تولید تپاس جدید میکند و ئیدرژن متصاعد

میشود : $2K + 2H_2O = 2KOH + H_2\uparrow$ و O $2HO$ چون

بحال آزاد نمیتوانند در آنجا بمانند تولید آب کرده و اکسیژن متصاعد میشود :

($2HO = H_2O + O\uparrow$)

فصل دهم

قوانین فاراده در خصوص الکترلیز

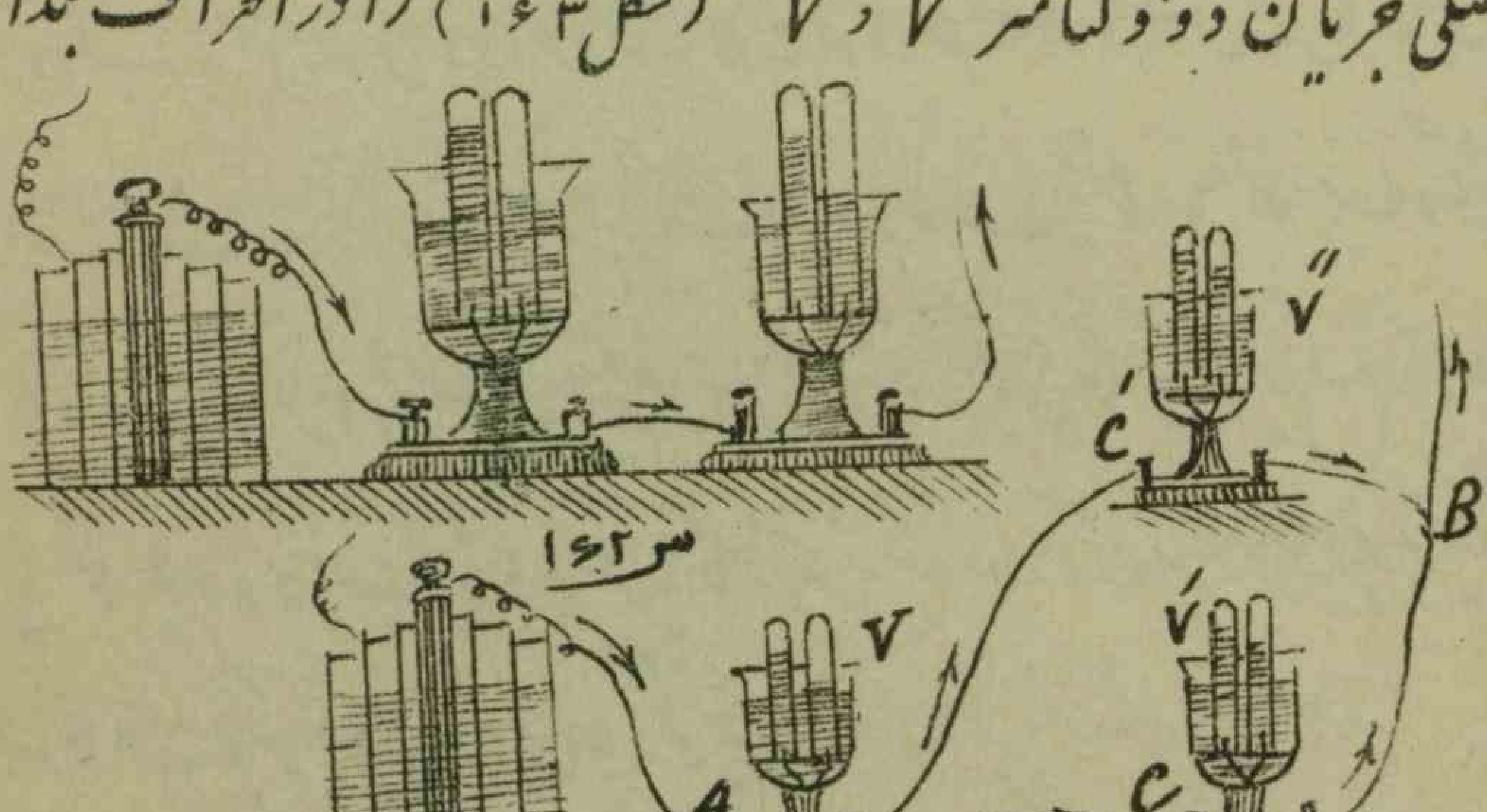
تجربه ۱ـ هرگاه ۲ ولتامتر را در معبر جریان الکتریسیته قرار دهیم (شکل ۱۶۲) و مدت معینی مثلاً پنج دقیقه جریان را وصل کنیم پس از قطع جریان مشاهده میشود که حجم گاز ئیدرژن یا اکسیژن در هر ۲ آنها بیک اندازه بوده و اگر زمان را ده دقیقه نمائیم حجم گاز دو برابر میشود .

این تجربه اگر با ازتات دارژان نیز بعمل آید مقدار نقره ذخیره شده در کاتد هر ۲ آلت بیک اندازه خواهد بود از این تجربیات قانون اول فاراده نتیجه میشود :

قانون اول فاراده ـ هرگاه چند ولتامتر دارای یک الکترلیت بوده و در معبر یک جریان واقع باشند

در مدت معینی هر سه آنها بیک اندازه فلز رسوب میکنند.

تجربه ۲ - در معبر یک جریان مستقیمی مثلاً مابین دو نقطه A و B یک مفتول هادی و بتوسط مفتول دیگری انحرافی قرار داده و بعد ولتامتر V را در معبر اصلی جریان دو ولتامتر ′V و ″V (شکل ۱۶۳) را در انحراف بگذاریم.



تجربه سابق را تکرار کنیم ایندفعه حجم ئیدرژن یا مقدار فلز V مساوی مجموع فلز ′V و ″V میباشد و علاوه بر این محقق شده است که این مسئله ربطی بشکل و وسعت الکترد ها و غلظت الکترلیت ندارد از این تجربه بقانون دوم فاراده نتیجه میشود:

قانون دوم فاراده - اگر در معبر اصلی جریان و همچنین

در انحرافات ولتامترهائی را قرار دهند مقدار

فلز راسب درون ولتامتر اصلی مساوی مجموع مقادیر

فلزات راسبه در انحرافات میباشد .

اگر در تجربه قبل طول دو انحراف ACB و AC'B و جنس فلزشان یکی بود

درست مقدار رسوب وزن یا فلز هر یک از دو ظرف V' یا V" مساوی نصف

V میشد بنابراین میتوانیم برای الکتریسیته کمیتی قائل شویم که در V دو برابر

V' یا V" بوده وسبب میشود که فلز یا گاز تجزیه شده در آن نیز دو برابر هر یک

از دو ظرف دیگر باشد از این رو گوئیم :

الکتریسیته کمیتی است یعنی قابل اندازه گرفتن و یا اضافه و

نقصان نمودن میباشد

واحد کمیت الکتریسیته — برای تقدیر کمیت الکتریسیته کافی است که

آن جریان را بر ولتامتریکه دارای آب مخلوط با اسید سولفوریک

یا ازتات دارژان باشد وارد کرده مقدار گاز یا فلز کار را معین

نمود .

بر وفق دلایلی که این مختصر گنجایش ذکر آنها را ندارد واحد کمیت الکتریسیته را کمیتی گرفته اند که بتواند در ولتامتر دارای محلول ازتات دارژان ۰۰۱۱۱۸ر۰ گرم نقره تجزیه کند: این واحد را کولن Coulomb نامند

شدت جریان — در پیش دیدیم که اگر جریان را مدت t ثانیه بر محلولی وارد کرده و بعد زمان را مضاعف کنیم مقدار الکترولیت تجزیه شده نیز مضاعف میشود — بنابراین علاوه بر کمیت الکتریسیته باید مقدار الکتریسیته را هم که در واحد زمان در جریان میافتد نیز در نظر داشت و اینمقدار را شدت الکتریسیته خوانند

واحد شدت جریان کولن در ثانیه است یعنی شدت جریانیست که در مدت یک ثانیه ۰۰۱۱۱۸ر۰ گرم نقره در کاتد تهیه میکند این واحد را آمپر خوانند

تجزیه مواد مختلفه در جریان واحد — تجربه ۳ — اینه دفعه چهار ولتامتر در معبر جریان قرار میدهیم که بترتیب از اسید کلریدریک HCl و ازتات دارژان AzO^3Ag و کات کبود SO^4Cu و کلرور دو Cl^3Au پر شده باشند، چون جریان را عبور دهیم تجزیه

نشان میدهد که در مدتیکه آب مخلوط با جوهر نمک یک گرم ئیدرژن تولید میکند
در کات کبود ۳۱/۵ گرم مس و در کلرور در ۶۵/۷ گرم طلا و در ازتات
دارژان ۱۰۸ گرم نقره بدست میآید .
چنانکه در شیمی ذکر شده ئیدرژن و نقره منووالان Monovalent
مس دیوالان Divalent و طلا تریوالان Trivalent
میباشد و علاوه براین میدانیم که وزن ذرّه نقره مساوی ۱۰۸ – ئیدرژن
مساوی یک و مس مساوی ۶۳ و طلا مساوی ۱۹۷ میباشد بنابراین وزن
فلزات حاصله متناسب با خارج قسمت وزن آتمی فلزات مختلفه بر والانس
آنهااست : Au , $\frac{۱۹۷}{۳}$ = ۶۵/۷

H , $\frac{۱}{۱}$ = ۱ Ag , $\frac{۱۰۸}{۱}$ = ۱۰۸ Cu , $\frac{۶۳}{۲}$ = ۳۱/۵

علاوه براین اگر کمیت الکتریسیته که برای حصول این تجزیه ها لازمست اندازه
بگیرند مساوی ۹۶۶۰۰ کولن میگردد ، قانون سیم فاراده از اینجا نتیجه
میشود .

قانون سیم فاراده – هرگاه چند ولتامتر مختلف در مجرای
واحدی قرار گیرند مقداری الکتریسیته مساوی ۹۶۶۰۰ کولن در هر یک از

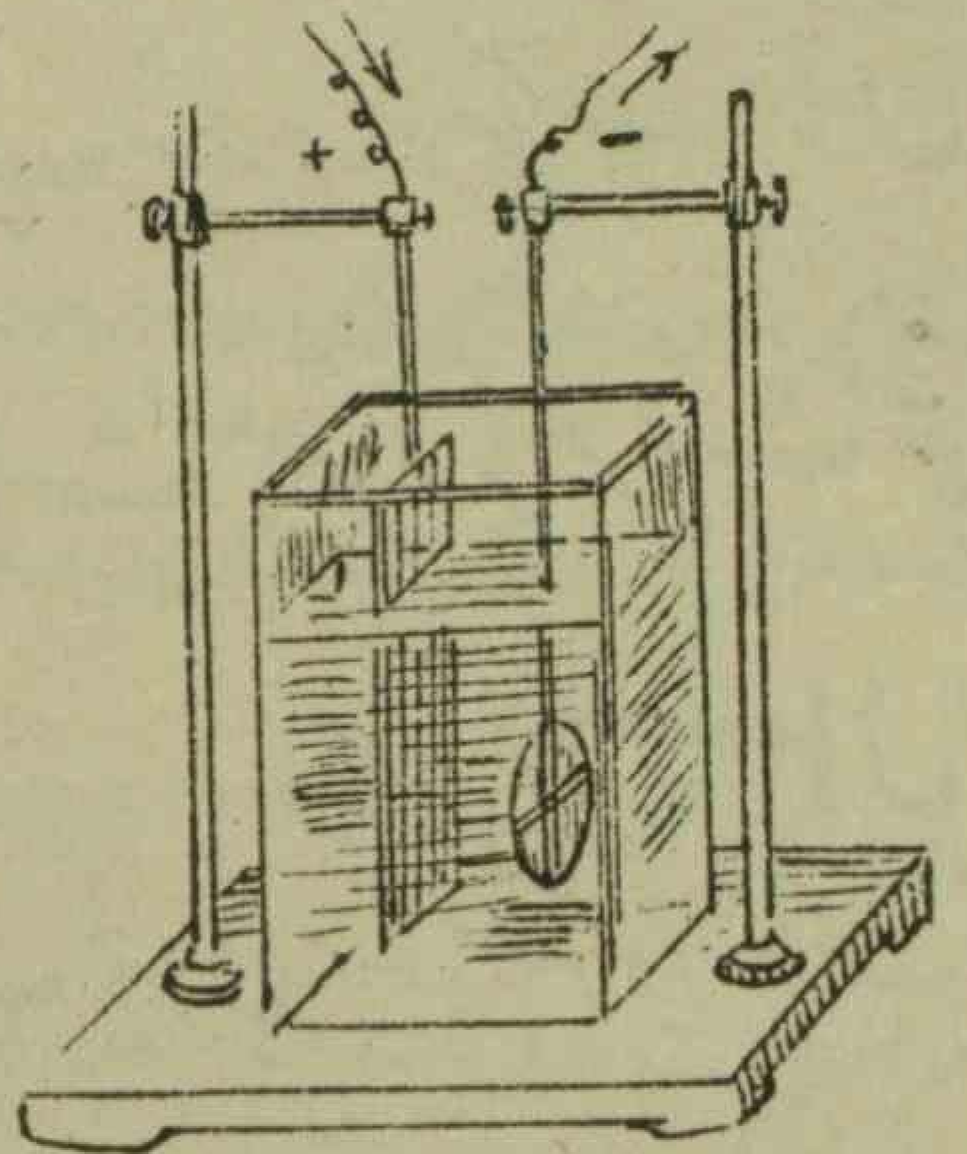
آنها مقداری فلز مساوی خارج قسمت وزن اتمی بر والانس —
آن فلز تجزیه میکند و یا بعبارة اخری $\frac{\text{وزن فلز}}{\text{Valence}}$
راسب شده در هر جریان در مدت معینی با وزن اتمی
آن نسبت مستقیم و با ظرفیت اتمی آن نسبت معکوس دارد

موارد استعمال الکترلیز

قالب گیری — مقصود از قالب گیری این است که در روی جسمی یا قالب
آن فلز معینی را بتوسط جریان الکتریته رسوب کرده و یا بوسیله جریانات
آن جسم یا قالب را بدست آورد — فلزیکه بیشتر برای اینکار مورد استعمال
دارد مس است

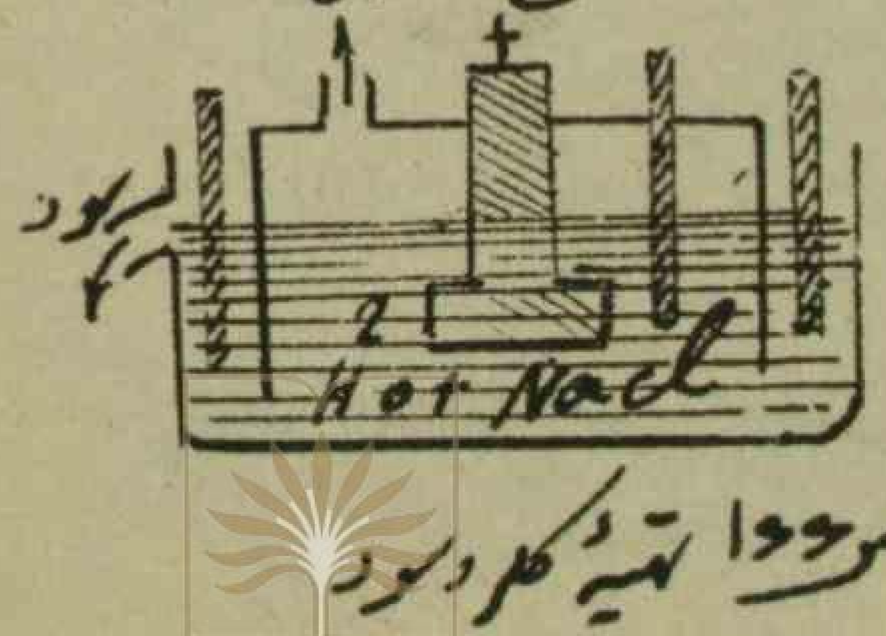
تجربه — فرض کنیم که بخواهیم سکه را قالب گیری کنیم — ابتدا قالبی
از آن را با گچ یا کائوچو یا غیره تهیه کرده و برای آنکه سطح آن هادی شود
روی آنرا از یک قشر خیلی نازک پلمباژین میپوشانیم و ضمناً دور آن را هم
برشته مفتول مسی میپیچیم — پس این قالب را در محلول کات کبود داخل
کرده آن را با قطب منفی پیل اتصال میدهیم و بجای آنکه هم تیغه از مس

قرار میدهیم - ذرات مس بطوریکه سابقاً گفتیم کم کم از آند جدا شده بطرف
کاتد میرود و در روی قالب جایگزین میشوند و پس از آنکه قشر رسوب بحد کافی
شد جریان را قطع کرده
سکه جدیدی مثل سکه اصلی
خواهیم داشت س ۱۶۴
برای قالب گیری با نقره
و طلا و نیکل - باید در آند تکه‌ئی
ازاین فلزات را قرار داده

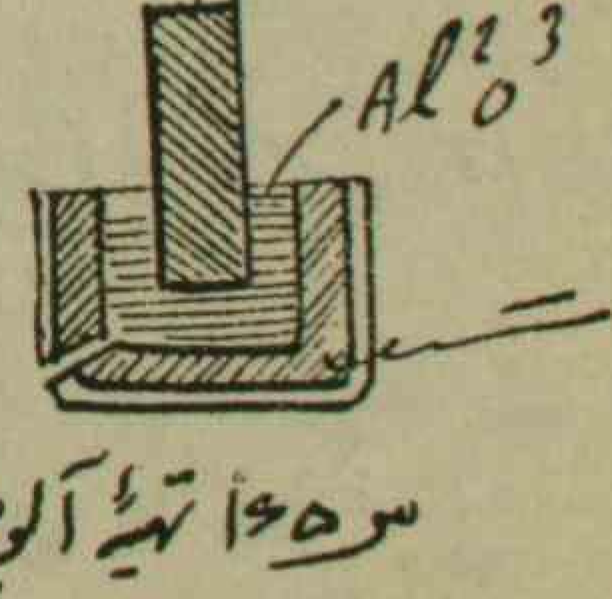


س ۱۶۴

و محلول را هم محلول ملحی خود این فلزات انتخاب کرد (سیانور مضاعف طلا
و پتاس در آب طلا کاری - ازتات دارژان و سیانور دو پطاسیم - در
آب نقره کاری) الکترلیز را برای تهیه مس خالص - تهیه آلومینیوم -



س ۱۶۶ تهیه کلر و سود



س ۱۶۵ تهیه آلومینیوم

تهیه کلر و سود و غیره استعمال میکنند.

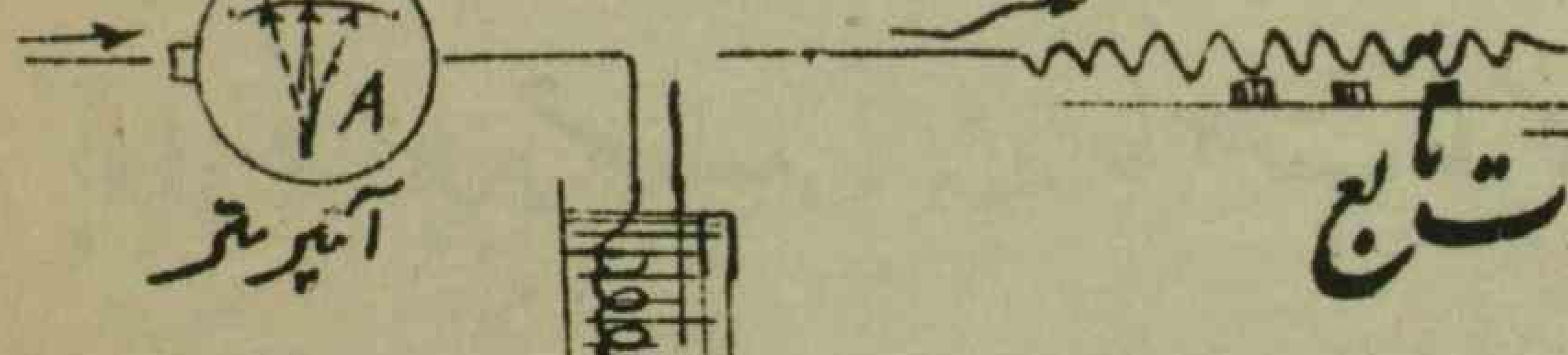
فصل یازدهم

آثار حرارتی جریان - مقاومت الکتریکی

قانون اهم - قانون ژول

تجربه - هرگاه در معبر جریان چند پیچ مفتول نازکی از جنس آلیاژ آهن و نیکل Ferro - Nickel قرار داده جریان را وصل کنیم مفتول بقسمی گرم میشود که دست را میسوزاند یا اگر بهمین جریان لامپ کوچکی وصل شود آن را سرخ و روشن میکند.

مقدار حرارتیکه در نتیجه عبور جریان در جسم هادی تولید میشود تابع قوانین چندی است:



ش ۱۶۷

۱) مقدار حرارت تابع شدت جریان است

برای بدست آوردن شدت جریان

اسبابی استعمال میشود موسوم بآمپرمتر که اساس آن بعدها ذکر خواهد شد.
هرگاه در معبر جریانی آمپرمتری قرار داده و طول مفتول را کم و زیاد کنیم
جریانهای ۱، ۲، ۳، ۴ آمپری بدست میآوریم . حال اگر حرارت
حاصله بواسطه عبور جریان را در یک قسمتی از مفتول اندازه بگیریم (آن قسمت
مفتول را نازک کرده داخل در مقیاس الحراره کنیم) نتایج ذیل حاصل میشود

شدت جریان	ازدیاد درجه حرارت
۱ آمپر	۲°
۲ ″	۸°
۳ ″	۱۸°
۴ ″	۳۲°

ازانجا معلوم میشود که : مقدار حرارت حاصله در زمان معینی
بواسطه عبور جریان متناسب با مجذور شدت
جریان است .
ب) مقدار حرارت متناسب با طول مدت عبور جریان است

- تجربهٔ قبل را در حالتیکه شدّت جریان مساوی یک امپر باشد چون تکرار کنیم خواهیم دید که اگر مثلاً در پنج دقیقه حرارت مقیاس الحراره دو درجه بالا رفت در ده یا پانزده دقیقه چهار یا شش درجه بالا خواهد رفت بنابرین :

مقدار حرارت حاصلهٔ از عبور جریان متناسب با طول مدّت عبور جریان است

ج -) مقدار حرارت حاصله تابع عامل دیگری نیز میباشد

اگر در تجربه های قبل طول مفتول نازکی را که داخل در مقیاس الحراره شده است تغییر دهیم (بدون تغییر قطر آن) و یا قطر آن را کم و زیاد کنیم (بدون تغییر طول) در صورتیکه شدّت و زمان تغییری نکند این نتیجهٔ حاصل میشود که مقدار حرارت حاصله متناسب با طول مفتول بوده و با سطح مقطع آن نسبت معکوس دارد .

همچنین هرگاه جنس مفتول را تغییر دهیم (بدون تغییر سایر شرایط) در مقدار حرارت حاصلهٔ تغییر عارض میشود بنابراین : **در مقدار حرارت حاصلهٔ از عبور جریان طول و مقطع و جنس مفتول نیز**

دخالت دارند مجموع ملاحظات مذکوره را ممکن است در دستور ذیل

گنجانده و مقدار حرارت را متناسب با آن دانست :

($K \times \frac{ل}{سطح}$)$\times t \times I^2$ که در آن I شدت t زمان $ل$ طول

مفتول سطح سطح مقطع و K جنس آن را بیان میکند .

عامل آخری ($K \times \frac{ل}{سطح}$) که در فوق ذکر شد باسم مقاومت الکتریکی

نامیده شده و ما میتوانیم آن را به R بنمائیم

از آنچه که مذکور شد میتوان قانون کلی ذیل را که منسوب به ژول Joule

است استخراج کرد :

مقدار حرارت حاصله در زمان معینی بواسطه

عبور جریان در جسم های ذی مشخصی متناسب است

اولاً با زمان ثانیاً با مجذور شدت و ثالثاً با

مقاومت الکتریکی جسم :

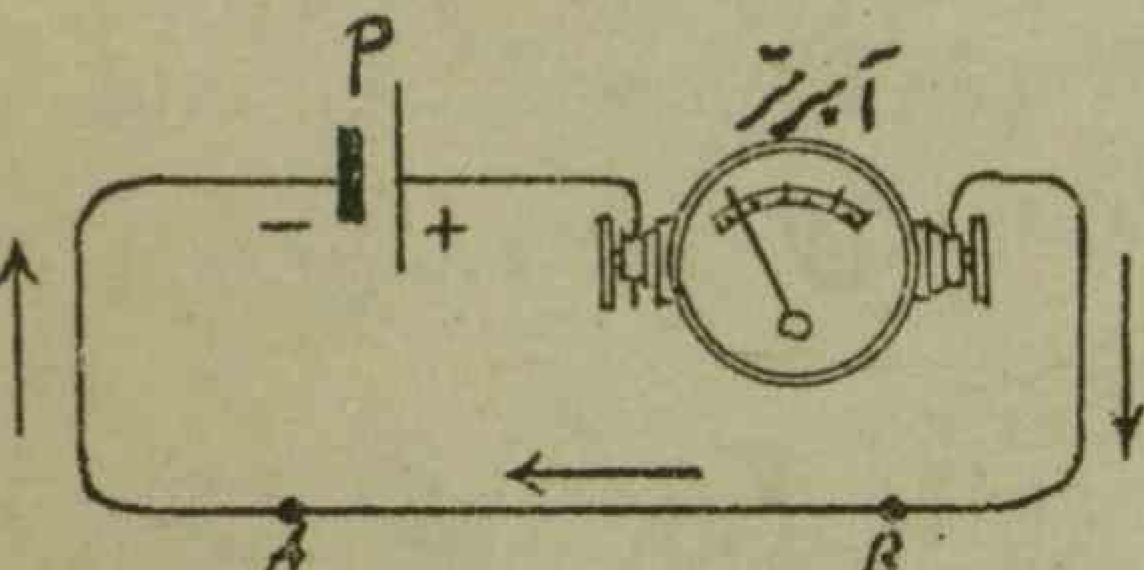
واحد مقاومت الکتریکی — واحد قانونی و بین المللی مقاومت

عبارت از مقاومت ستون جیوه است که در صفر درجه حرارت ۱۰۶٫۳

سانتی متر ارتفاع و یک میلی متر مربع قاعده داشته باشد و این
واحد را باسم یکی از علمای فیزیک اهم Ohm نامیده اند

قانون اهم

تجربه — هرگاه در معبر مفتول AB که وصل به پیل الکتریک است
آمپرمتری قرار داده و فرض
کنیم درصورتیکه مقاومت
مفتول مساوی یک اهم باشد
آمپرمتر دو امپر را نشان دهد
پس از اینعمل چون مقاومت را

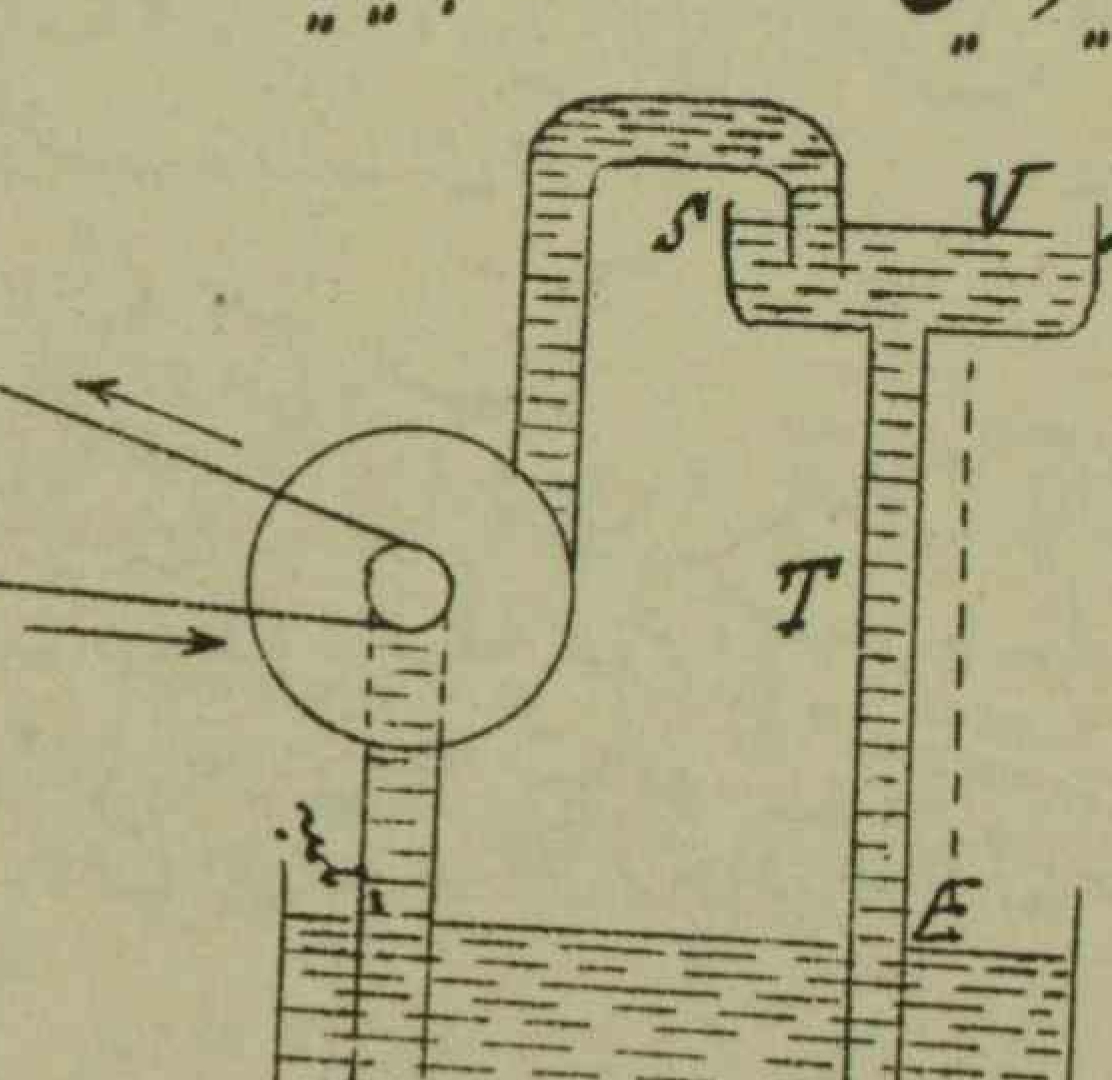


ش ۱۶۸

دو یا سه یا چهار یا ده اهم نمائیم خواهیم دید که آمپرمتر یک ، ۲/۳ ، ۱/۲
، ۲/۱۰ آمپر را نشان میدهد بطوریکه در هر حال حاصل ضرب شدت جریان
درمقاومت مقدار ثابتی بوده و مساویست با ۲

ازاینجا نتیجه میگیریم که شدت جریان نسبت معکوس دارد با مقاومت
ویا بعبارهٔ اخری حاصل ضرب $i.R$ (شدت در مقاومت) مقداری
است ثابت .

با همین مفتول و همین آمپرمتر اگر تجربه را با استقامت پیل دانیل انجام دهیم آمپرمتر شدتهای متفاوته نشان میدهد بنابراین شدت جریان مربوط بیک عاملی است موسوم بقوه محرکه الکتریکی Force electromatrice که آنرا اختلاف سطح الکتریکی هم نامند Différence de potentiel و ما ذیلاً آنرا شرح خواهیم داد قبل از بیان اختلاف سطح الکتریکی بهتر آنستکه آنرا مقایسه با جریان آب نمائیم تا از این راه بیشتر این مسئله در ذهن جایگیر شود :



ش ۱۶۹

فرض کنیم که مایع محتوی در ظرف V بوسیله لوله مانند T خارج شده و فاصله انتهای E لوله از سطح مایع V ثابت است . حال اگر بوسیله تلمبه سطح مایع را در همان موضع ثابت نگاهداریم (اتصالاً بهمان مقداریکه آب خارج میشود دوباره داخل آن کنیم) جریان همیشه برقرار بوده و مقدار مایعیکه

در یک ثانیه از لولهٔ عبور میکند مقداریست ثابت

دفعه دیگر چون عوض لولهٔ T لولهٔ نازک وطویلتری انتخاب کرده

بازهم فاصلهٔ سطح مایع نرهر را از انتهای لوله E مثل حالت اول نگاهداریم تجربه نشان میدهد که مقدار مایعیکه دریک ثانیه از یک قسمت لوله عبور میکرد تنزل میکند و این تنزل ارتباط کاملی باضخامت (سطح مقطع) وطول لوله دارد جنس لوله نیز از حیث صیقلی بودن وغیره درجریان آب دخالت دارد .

مجموع این عوامل را مقاومت لوله در مقابل جریان نامیده و از انقرار هرچه طول لوله زیادتر یا مقطع آن کوچک شود این مقاومت زیادتر میشود و آن خیلی شبیه بمقاومت الکتریکی است که از طرف مفتول مشاهده میشد وقبلاً آن را متذکر شدیم .

اگر تجربهٔ را تکرار کرده اینذفعه دو ظرف اختیار کنیم که طول و مقطع لوله در هر دو یکی ولی فاصلهٔ سطح نرهر از انتهای لوله E در آنها متفاوت باشد مشاهده خواهیم کرد که در ظرفیکه اختلاف سطح بشیر است مقدار مایعیکه خارج میشود نیز زیادتر است .

بنابراین گوئیم مقدار خروج مایع از لوله یا (Débit) مربوط بدو عامل است یکی مقاومت لوله و دیگری اختلاف سطح آزاد مایع مخزن از منفذ آب .

جریان الکتریک قابل مقایسه با این جریان است : مقدار ثابت خروج آب نظیر شدت الکتریسیته ، مقاومت لوله نظیر مقاومت الکتریکی و عامل سیمی که در تغییر شدت الکتریسیته دخیل است قابل مقایسه با اختلاف سطحی است که در مقدار خروج آب مؤثر بود و این عامل را اختلاف سطح الکتریکی یا قوه محرکه الکتریکی f.e.m. نامیم که مابین دو انتهای A و B مفتول هادی وجود دارد و در مفتولهائیکه مقاومت الکتریکیشان یکی باشد شدت جریان مربوط باختلاف سطح الکتریکی موجود مابین دو انتهای مفتول است

بنابرآنچه که ذکر شد نظر برابطه که بین شدت و مقاومت الکتریکی از طرفی و اختلاف سطح الکتریکی از طرف دیگر موجود است میتوانیم حاصل ضرب شدت در مقاومت را تعیین واختلاف سطح الکتریکی و یا قوه محرکه الکتریکی سه دانسته چنین مینویسیم

$E = I.R$

واحد قوه محرکه الکتریکی — ولت — Volt —

اگر در حاصل ضرب IR شدت جریان یک آمپر و مقاومتش را یک اهم

فرض کنیم حاصل ضرب آن E مساوی یک خواهد شد و این واحد را واحد اختلاف سطح الکتریکی انتخاب کرده آن را ولت نامیده اند از این قرار:

ولت اختلاف سطح الکتریکی موجود مابین دو انتهای مفتولی است که مقاومتش یک اهم بوده و جریان یک آمپری از آن عبور نماید.

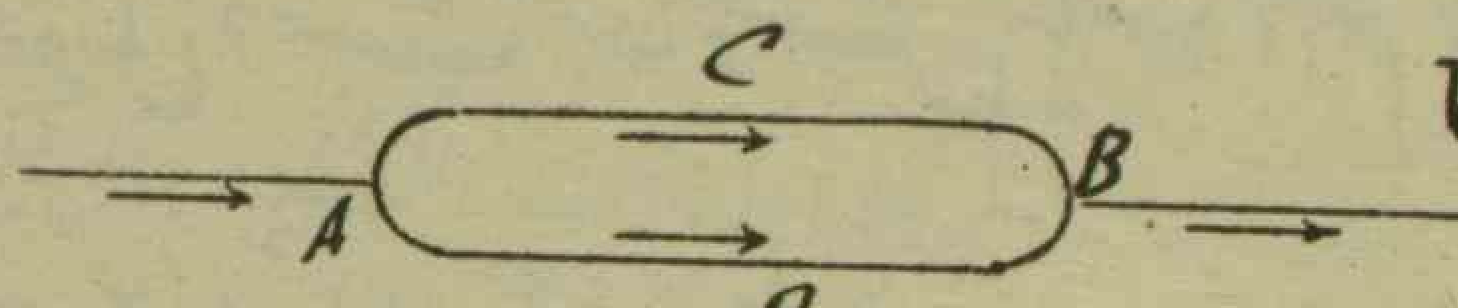
قانون اهم - فرض کنیم جریان بشدت I آمپر از مفتول AB (از A به B) عبور کرده و مقاومت مفتول مساوی R اهم باشد حاصل ضرب $I.R$ بحسب ولت اختلاف سطح الکتریکی موجود مابین A و B را تعیین کرده و ما آن را بصورت $E = IR$ و یا $I = \frac{E}{R}$ نمایش میدهیم از آن و قانون ذیل را که منسوب به اهم است نتیجه میگیریم.

شدت جریان با اختلاف سطح الکتریکی نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت معکوس دارد.

شدت جریان در انحرافات - هرگاه مابین دو نقطه A و B یک

جریان الکتریکی دو مفتول قرار دهیم انحرافی تولید شده جریان بدو قسمت میشود شدت جریان در مفتول اصلی مساوی مجموع شدتهای انحرافات بود وازروی قانون اهم میتوان طرز این تقسیم را فهمید (شکل ۱۷۰)

مابین دو نقطه A و B یک اختلاف سطحی الکتریکی V ولت موجود بوده واگر مقاومت شاخه ACB را



شکل ۱۷۰

R وشاخه AC'B را R' فرض کنیم ، شدت جریان در ACB مساوی

$I=\frac{V}{R}$ و در AC'B مساوی $I'=\frac{V}{R'}$ خواهد شد .

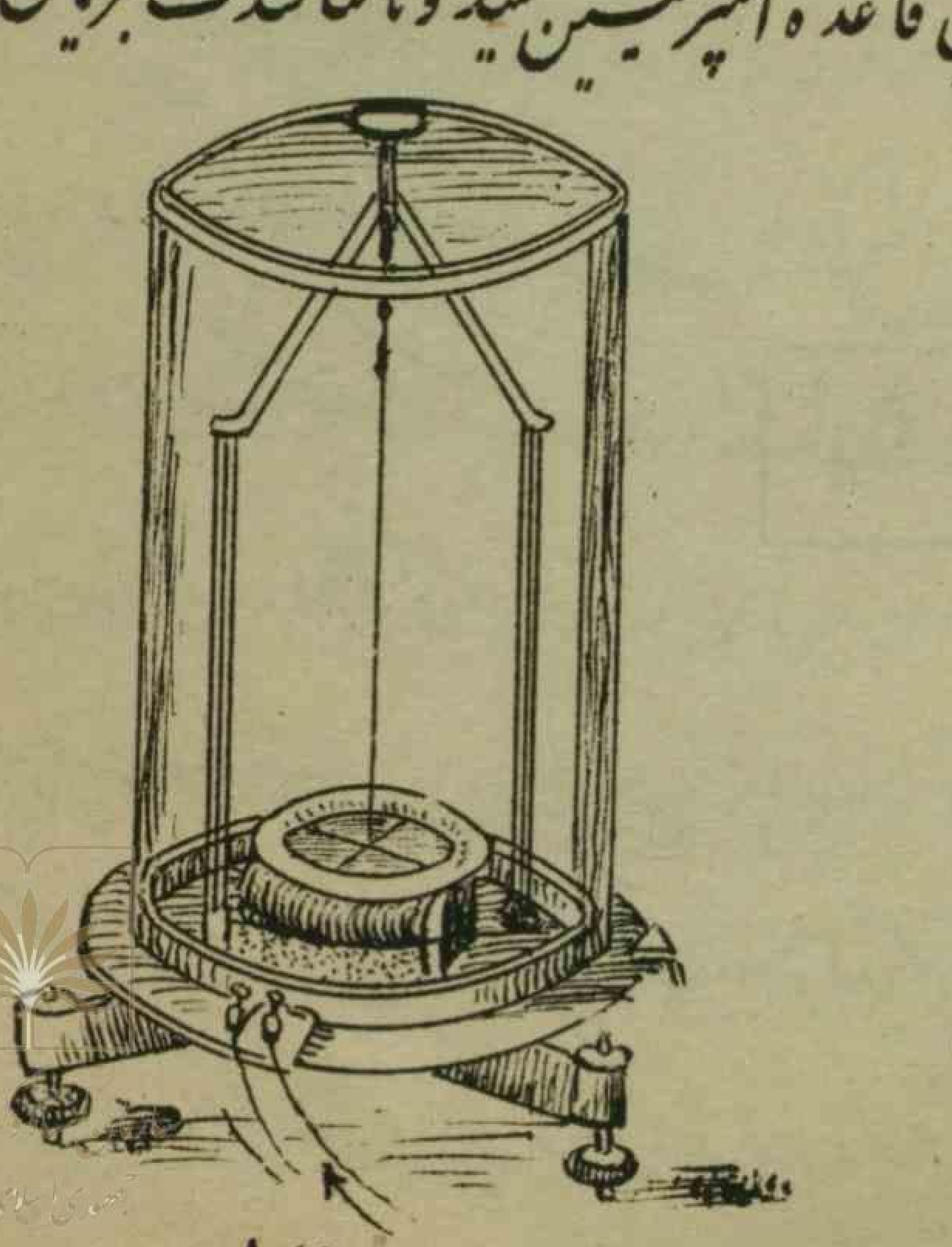
از اینقرار در دو شاخه یک انحراف شدت جریان نسبت معکوس دارد با مقاومت آنها واگر مقاومت یک شاخه را ۹ برابر آن دیگری فرض کنیم دراولی جریان میگذرد که شدتش مساوی $\frac{1}{9}$ دومی بعبارة اخری مساوی $\frac{1}{10}$ شدت اصلی خواهد بود .

فصل دوازدهم

آلات اندازه گرفتن شدت و اختلاف سطح الکتریسیته

کالوانمتر – آمپرمتر – ولتمتر

کالوانمتر Galvanomètre – اساس این آلت عقربهٔ مغناطیسی است که در درون چهارچوبه که در سطح نصف النهار مغناطیسی قرار گرفته متحرک بوده و باین وسیله میتواند اولاً عبور جریان الکتریک را در نزدیکی خود نشان دهد و ثانیاً جهت جریان را موافق قاعده آمپر تعیین کند و ثالثاً شدت جریان را برحسب کمی و زیادی انحراف عقربه بدست دهد.



عقربهٔ این آلت در تحت دو اثر قرار میگیرد: یکی اثر میدان مغناطیسی زمین که میخواهد آن را در سطح چهارچوب قرار دهد و دیگری

میدان مغناطیسی حاصله از عبور جریان که سعی میکند عقربه را در جهتی عمود بر سطح چهار

چوب نگاهدارد

هرچه جریان شدیدتر باشد میدان مغناطیسی صفحه چهارچوب بیشتر و بالنتیجه انحراف

عقربه زیادتر است - برای اینکه گالوانمتر نسبت بجریانهای خیلی ضعیف هم حساس باشد

باید اولاً از اثر مغناطیس زمین کاست و ثانیاً بر میدان مغناطیسی جریان افزود

میدان مغناطیسی جریان را باین ترتیب اضافه میکنند که دور صفحه چهارچوب را چند

دور با مفتول ابریشم پیچ شده می پیچند و برای کاستن اثر مغناطیس زمین هم بوسایل

عدیده متشبث میشوند و برای نیل باین مقصود در گالوانمتر نبیلی Nobili

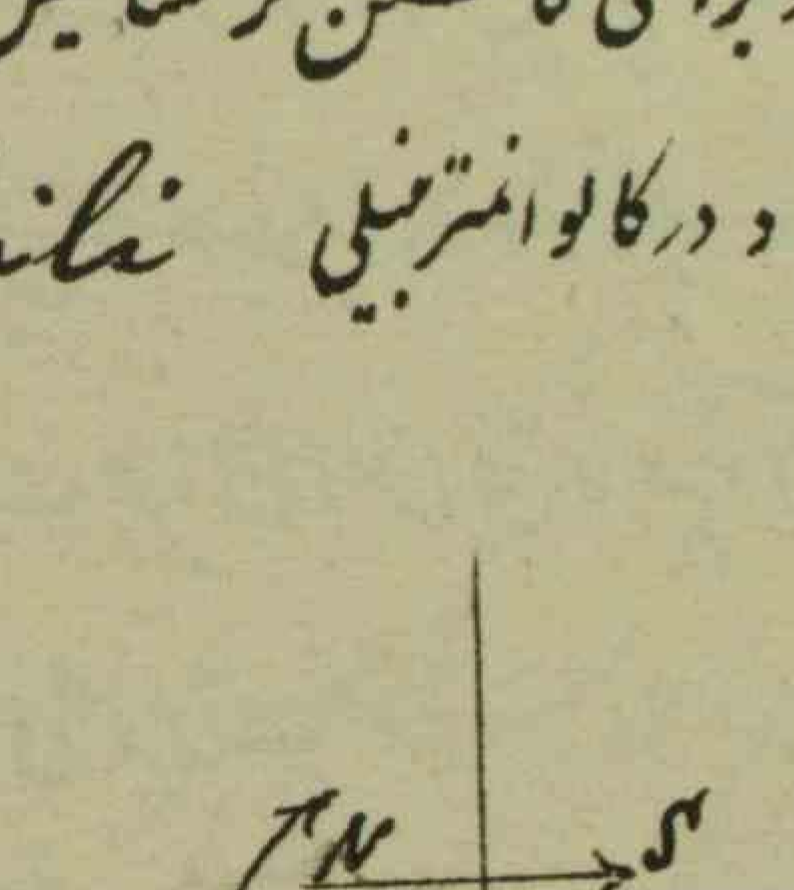
(شکل ۱۷۲) دو عقربه مغناطیسی

اختیار نموده آنها را با هم

ربط داده در جهت مخالف یکدیگر

قرار میدهند یکی از دو عقربه

در روی چهارچوب



س ۱۷۲

وسط Cadre و دیگری در خارج آن بر روی صفحه مدرجی حرکت میکند و هر دو بتوسط

مفتول بسیار نازکی بنقطه آویخته شده اند حال اگر جریانی را در مفتولهای ابریشم پیچیده

عبور دهند برحسب شدت وضعف وجهت آن در عقربه انحرافی تولید شده از آن و

شدت وجهت جریان معین خواهد شد .

آمپرمتر Ampermètre - اهل صنعت گالوانمترهای

مخصوصی بکار میبرند که شدت جریان را برحسب آمپر معین کرده واین آلات را

آمپرمتر مینامند . آمپرمترها اقسام مختلفه دارند از همه مستعمل‌تر امیت که اساس آنرا

ذیلاً بیان میکنیم .

قرقره مجوفی در درون خود یک تیغه آهنی P دارد که در امتداد شعاع قرقره

قرار گرفته تیغه دیگر P' در حول محور قرقره میچرخد و بآن عقربه A متصل شده

است . هنگامیکه جریانی در قرقره بگذرد دو تیغه دارای خاصیت مغناطیسی شده

یکدیگر را دفع میکنند و سطح تیغه متحرک سعی میکند که در امتداد تیغه ثابت قرار گیرد

ولی فنر پیچی که در درون قرقره قرار گرفته از حرکت آن جلوگیری میکند و باین

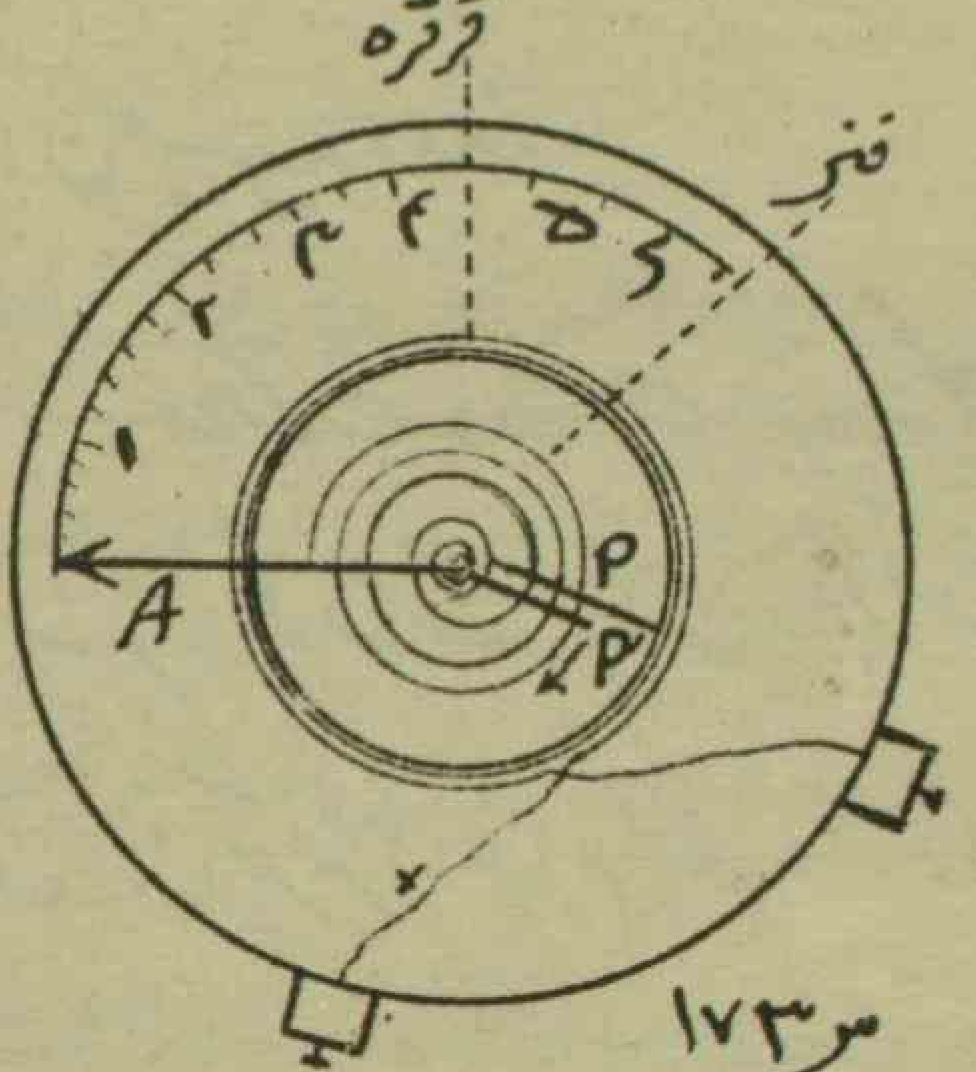
ترتیب عقربه تا موقعیکه اثر میدان جریان مساوی فشار فنر گردد حرکت کرده در

روی درجات معین قرار میگیرد و پس از قطع جریان بواسطه قوه ارتجاعیه فنر دو

مرتبه بحال اولیه برمیگردد - آمپرمتر را مستقیماً در معبر جریان قرار میدهند برای

اینکه مقاومت اسباب در شدت جریان تغییری ندهد مفتول قرقره را ضخیم و کوتاه

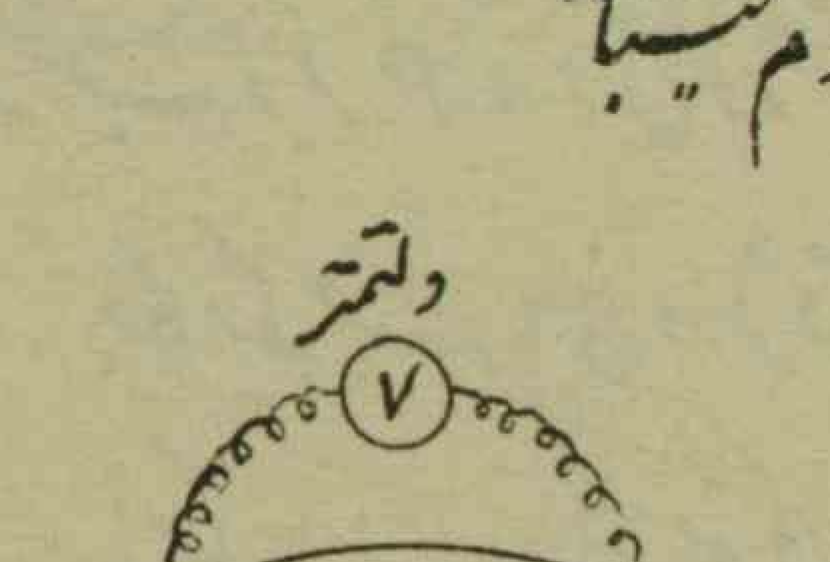
اختیار میکنند تا باین ترتیب مقاومت آن خیلی کم و بی اهمیت گردد



س ۱۷۳

آمپرمترها را از روی مقایسه با آلات تجزیه شیمیائی از ثبات دار (؟) آن و مقدار نقره تجزیه شده مدرج میکنند (رجوع شود به الکترلیز)

ولتمتر voltmètre — آمپرمترهای مخصوصی که اختلاف سطح الکتریسیته را تعیین میکنند به ولتمتر موسوم میباشند



س ۱۷۴

در این قبیل آلات که برای تعیین اختلاف سطح الکتریکی مابین دو نقطه A و B بکار میروند قرقره آنها دارای مفتول بسیار نازکی و طویل بوده و بعبارةً اخری مقاومتش خیلی زیاد است (اغلب بچندهزار اهم میرسد و این برای آنستکه در شدت جریان اصلی تغییر فاحشی عارض نشود رجوع شود بانحراف)

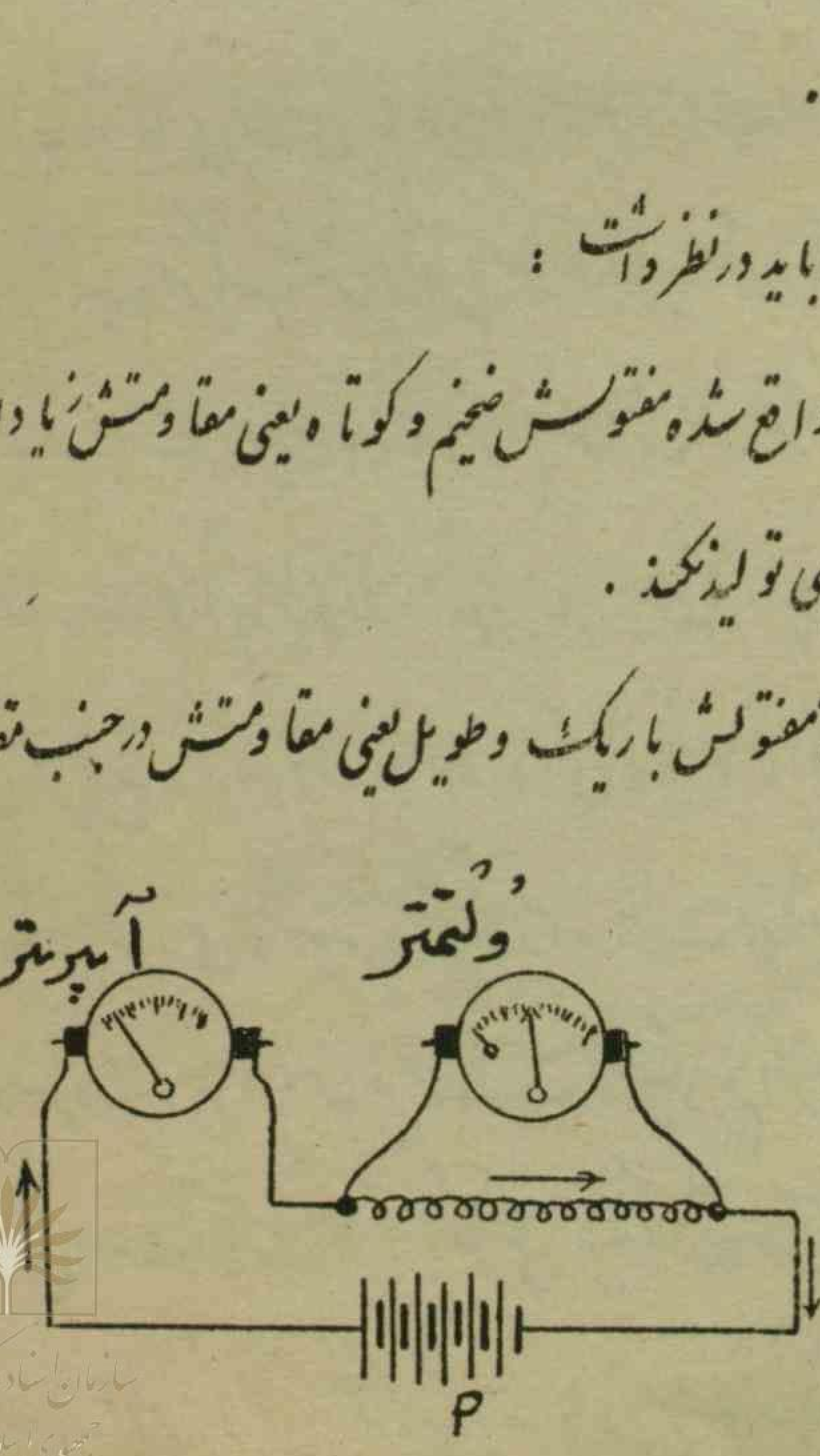
حال اگر شدت جریان را در ولتمتر به i و مقاومت آنرا به r نمایش دهیم اختلاف سطح الکتریکی e دو نقطه A و B مساوی خواهد بود با ir یعنی $e = ir$ بنابراین در یک آلت معین شدت یا بعبارةٔ اخری انحراف عقربه فقط بستگی با اختلاف سطح e دارد چه r مقداریست ثابت.

برای مدرج کردن این آلت در آن جریانهائی بشدتهای معینه وارد مینمایند و حاصل ضرب آن را در مقاومت ثابت اسباب بدست آورده بجنب ولت در محل توقف عقربه نشان میکنند.

مابین آمپرمتر و ولتمتر همیشه این فرقها را باید در نظر داشت :

۱- آمپرمتر در معبر مستقیم جریان واقع شده مفتولش ضخیم و کوتاه یعنی مقاومتش زیاد است تا در شدت جریان اندازه گرفتن تغییری تولید نکند.

۲- ولتمتر در انحراف جای گرفته مفتولش باریک و طویل یعنی مقاومتش در جنب مقاومت جریان اصلی خیلی زیاد است اگر در آمپرمتر و ولتمتر را توأماً در مسیر جریان قرار دهند یکی شدت و دیگری اختلاف



سطح را معین کرده باین ترتیب مقاومت جریان نیز بدست میآید (شکل ۱۷۴) چه
از روی قاعده اهم و تساوی $E = I . R$ وقتی دو عامل این رابطه در دست
باشند (E و I) تعیین عامل سیم R اشکالی ندارد

فصل سیزدهم

کار و قدرت الکتریکی

وقتی آب از جای بلندی بپائین فرو ریزد مقداری کار انجام میدهد مثلاً اگر یک
کیلوگرم آب از یک متر ارتفاع سقوط نماید مقدار کارش مساوی یک کیلوگرام
متر خواهد بود بنابراین M کیلوگرم اگر از H متر فرو ریزد مقدار کاریکه انجام
میدهد عبارت خواهد بود از $\mathcal{W} = M . H$ چون این آب را در اسبابهای
مخصوصی (چرخ دندانه دار – فرفره آبی وغیره) داخل نمایند ممکن است از آن اسباب
اسبابهای بخاری وغیره را بکار انداخت مقایسه که بین آب و الکتریسیته در عالب
نقاط گوشزد کردیم در اینجا نیز متذکر شده میگوئیم اگر سطح الکتریکی از مقداری بالا بپائین بیاید تولید کار
کرده ممکن است آلات محرکه الکتریکی را بحرکت در آرد.

چون مقدار Q کولن الکتریسیته باندازه V ولت سقوط سطح داشته باشد یعنی سطح الکتریکیش

تنزل کند کارش مساوی W خواهد بود و اگر مقدار الکتریسیته ز یاد تر یعنی

۲ Q شود کار مساوی ۲W میگردد و همینطور اگر سقوط دو برابر یعنی ۲V

باشد باز مقدار از کار مساوی ۲W خواهد بود بنابراین کاریکه در اینجا انجام میگیرد

متناسب با مقدار الکتریسیته و اختلاف سطح الکتریکی میباشد .

واحد کار الکتریکی - ژول Joule - کاری که یک

کولن با اختلاف سطح یک ولت انجام بدهد واحد انتخاب کرده باسم فیزیک دان

مشهور انگلیسی ژول مینامند بنابراین کاری که Q کولن با سقوط (اختلاف سطح)

V ولت انجام میدهد مساوی خواهد بود با :

$$W \text{ ژول} = Q \text{ کولن} \times V \text{ ولت}$$

واز روی محاسبه معین کرده اند که کار یک ژول تقریباً مساوی است با کاریکه در نتیجه

بلند کردن وزنه ۱۰۰ گرمی بارتفاع یک متر انجام داده میشود .

واحد قدرت الکتریکی - وات Watt - قدرت هر ماشین

عبارت از مقدار کاری است که آن ماشین میتواند در یک ثانیه انجام بدهد

چون ژول واحد کار الکتریکی است بنابرین واحد قدرت یک ماشین الکتریک عبارت

است از یک ژول در یک ثانیه و این واحد را باسم یکی از علمای بزرگ

فیزیک انگلیسی جمز وات به وات Watt موسوم کرده‌اند.

همانطور که در فوق مذکور شد چون کار یک ژول معادل با کاریست که در نتیجه بلند کردن ۱۰۰ گرم بارتفاع یک متر (یا $\frac{1}{10}$ کیلوگرم متر) حاصل میشود بنابراین وات مساوی $\frac{1}{10}$ کیلوگرم متر در ثانیه میباشد (یا بطور دقت $\frac{1}{9,81}$)

قدرت جریان الکتریکی مابین دو نقطه مفتول — فرض کنیم مقاومت R مفتول AB مساوی ۱۰ اهم و شدت جریانش مساوی ۲ امپر = I باشد، برطبق قانون اهم اختلاف سطح الکتریکی مابین A و B مساوی $V = I.R$ ولت خواهد بود پس از طرفی مقدار الکتریسیته که در هر ثانیه از این مفتول عبور میکند مساوی ۲ کولن بوده پس از عبور از A به B باندازه ۲۰ ولت سقوط سطح پیدا میکند و از طرف دیگر میدانیم که یک کولن پس از سقوط از یک ولت باندازه یک ژول کار انجام میدهد بنابراین کار انجام داده شده پس از عبور جریان از A به B مساوی خواهد بود با:

$20^v \times 2^a = 40^w$ و یا بطور کلی: $W = V \times I$ میباشد و چون $V = I.R$ است پس $W = I^2.R$ یعنی قدرت جریان مذکور

در هر ثانیه مساوی است با $P = I^2 . R = 4 \times 10 = 40$ وات

از اینجا قاعده کلی ذیل نتیجه میشود :

قدرتِ P جریانی که شدتش I آمپر و مقاومتش R اهم باشد مساویست با

$$P \text{ وات} = (I \text{ آمپر})^2 \times R \text{ اهم} \qquad (1)$$

و در مدت t ثانیه کارش عبارت خواهد بود از :

$$W \text{ ژول} = P \text{ وات} \times t = I^2 R t \qquad (2)$$

دو دستور (۱) و (۲) در ماشینهای الکتریکی اهمیتی بسزا دارا هستند .

قبلاً در باب آثار حرارتی جریان مذکور داشتیم که مقدار حرارت متناسب با مجذور شدت زمان و مقاومت میباشد یعنی اگر مقدار کالری حاصله را به Q بنمایانیم دستور ذیل را خواهیم داشت : $Q = A . I^2 . R . t$ (۳) که در آن A عدد ثابتی است معرف نسبت بین عده کالری های حاصله و عوامل مذکوره (شدت ، مقاومت ـ زمان)

حال اگر دستور (۳) را با دستور (۲) که نماینده کار الکتریکی است مقایسه کنیم چنین خواهیم داشت :

$$\frac{W}{Q} = \frac{1}{A} = J \qquad \text{یا} \qquad Q = A . W$$

J ضریب ثابتی است مساوی عکس A .

بنابراین هرگاه شدت و مقاومت مفتول جریانی را در دست داشته و مدت جریان را نیز بدانند و حرارت حاصله را با مقیاس الحراره اندازه بگیرند ژ بسهولت بدست آمده و مقدار آن از اینقرار دستوری که عده کالریهای حاصله از عبور جریان را با شدت I آمپر از مفتولی با مقاومت R اهم در مدت t ثانیه بدست دهد عبارت خواهد بود :

$$\text{کالری } Q = \frac{1}{4/18} \times R \text{ اهم } \times (I \text{ آمپر})^2 \times t \text{ ثانیه}$$

فصل چهاردهم

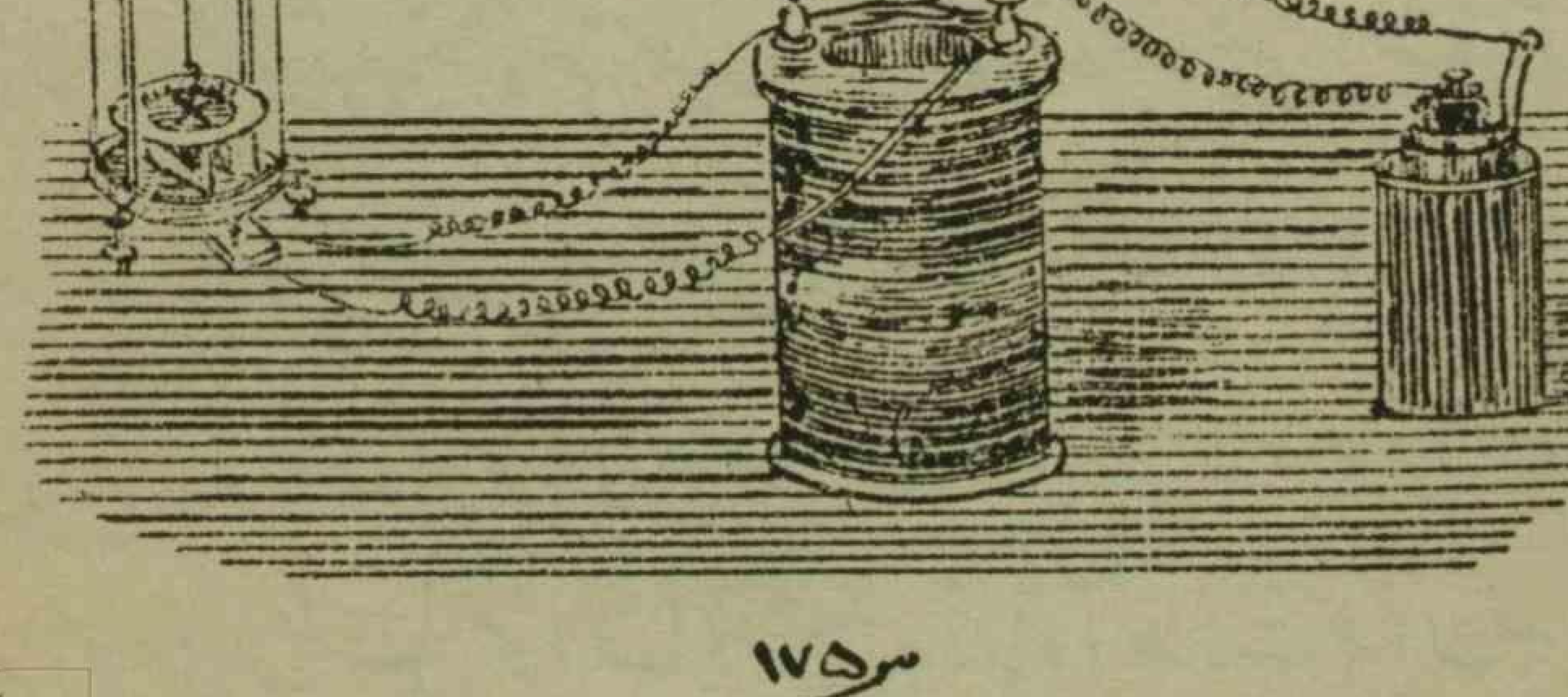
القاء قوه مغناطیسی

تعریف — جریان القائی جریانی است موقتی که در تحت اثر مغناطیس یا جریان دیگری در مفتول مسدودی تولید میشود

القاء بتوسط جریان — این القاء بتوسط دو قرقره که از مفتول مسی ابریشم پیچیده مستور شده و یکی از آن دو میتواند در دیگری جا بگیرد و نشان داده میشود — قرقره کوچکتر قرقره ملقی و دو نوک مفتولش میتوانند به آلت مولد الکتریسیه مربوط شوند — دو سر قرقره بزرگتر مربوط بگالوانمتری است که حدوث جریان

را نشان میدهد.

۱- فرض کنیم دو قرقره داخل یکدیگر باشند، اگر درینحال جریانی بر قرقرهٔ ملقی وارد نمائیم عقربهٔ گالوانمتری انحرافی پیدا کرده بزودی بوضع اولیه خود مراجعت میکند و از جهت این انحراف میتوان فهمید که جهت جریان القائی در قرقرهٔ بزرگ بوضع ثابت خود باقیمانده بحرکت است ولی اگر جریان آن را قطع کنند فوراً عقربهٔ گالوانمتر انحراف مجددی مساوی ولی بر عکس انحراف اولیه پیدا میکند بنابرین در اینحالت جهت جریان قرقرهٔ بزرگ با جریان قرقره اصلی یکی میباشد



س ۱۷۵

۲- قرقره ملقی دارای جریان بوده ولی در خارج از قرقره بزرگ آن را نگاه داشته‌ایم درینحال چون یکمرتبه آنرا داخل قرقره بزرگ کنیم باز عقربه منحرف شده و انحراف آن

جهت جریان القائی را عکس جریان ملقی نشان میدهد در اینجا نیز عقربه فوراً وضع اول خود را اختیار میکند - حال اگر بشدت قرقرهٔ ملقی را از درون قرقره دیگر خارج کنیم انحراف جدید عقربه نشان میدهد که در آن جریانی موافق جریان ملقی تولید شده است

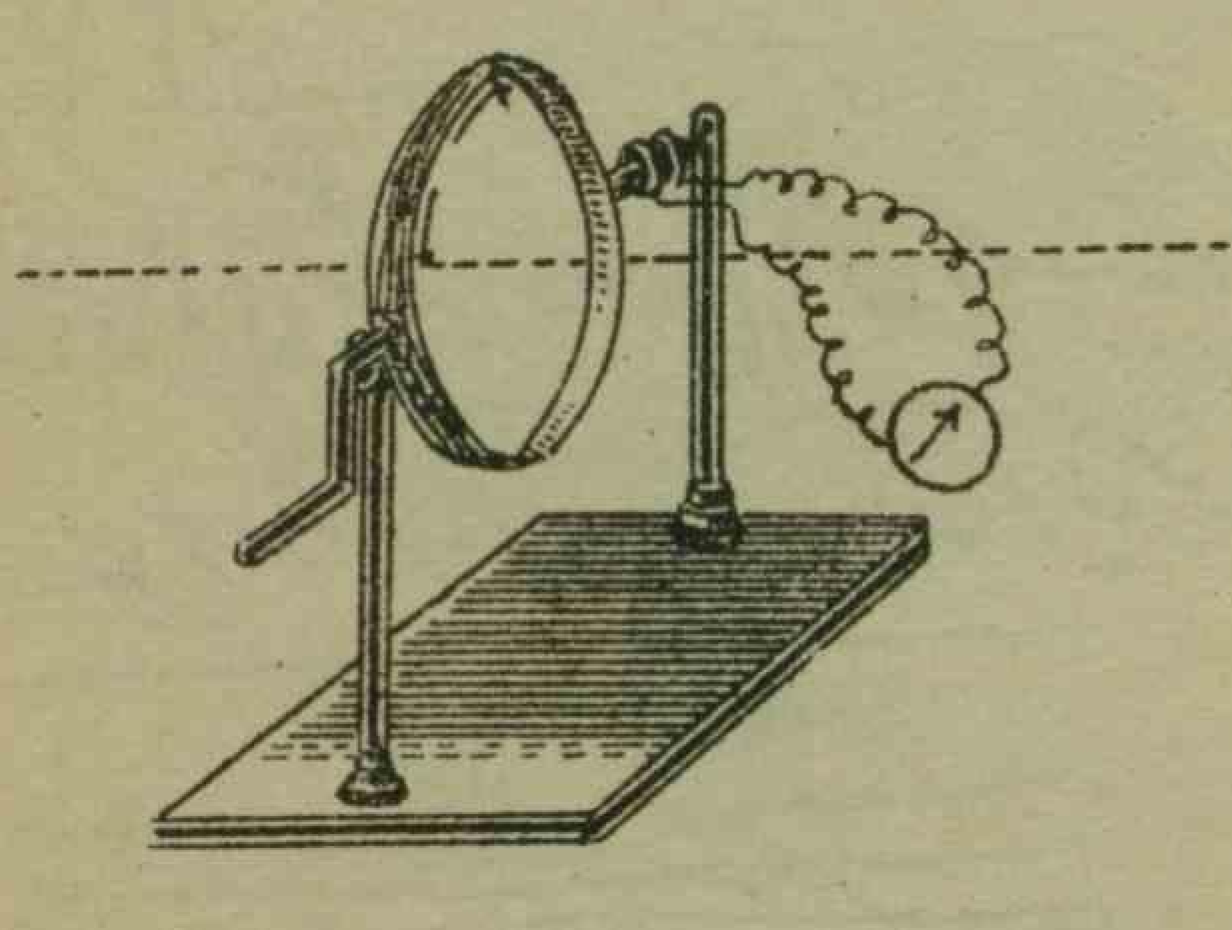
رویهمرفته ، عبور دادن جریان ، نزدیک کردن دو قرقره ، یا زیاد کردن شدت جریان ملقی جریانهائی تولید میکنند که جهتشان عکس جهت جریان اصلی است و بالعکس قطع جریان ، دور کردن قرقره ، یا نقصان شدت جریان ملقی جریان القائی مستقیم تولید میکنند .

القاء بواسطهٔ مغناطیس - اگر در قرقره بزرگیکه در جریان سابق مقر جریان القائی میشد عوض قرقره ملقی میله که دارای قوهٔ مغناطیسی باشد داخل کنیم گالوانمتر اینجا نیز وجود جریانی القائی را معرفی میکند و تا هنگامیکه میله در درون قرقره باقیمانده است هیچ جریانی موجود نیست ولی اگر میله را خارج کنیم عقربه گالوانمتر انحرافی بر عکس انحراف اولیه پیدا کرده حدوث جریان جدیدی را نشان میدهد .

القاء بتوسط زمین - برای تحقیق این امر حلقه چوبین را که بتوسط دستهٔ

میتواند بچرخد اختیار کرده دور آن را مفتول پیچ میکنیم و دو سر این مفتول را بگالوانمتری مربوط میسازیم (شکل ۱۷۶)

در ابتدا سطح حلقه را بقسمی قرار میدهیم که تقریباً بر امتداد شمال و جنوب عمود بوده پس آن را به تندی ۱۸۰ دوران میدهیم گالوانمتر حدوث جریان القائی را نشان میدهد. اگر دو مرتبه حلقه را ۱۸۰ بر عکس حالت اول دوران دهیم جریانی تولید میشود که جهة آن عکس جهة جریان اولی میباشد



ش ۱۷۶

در پیچهای مفتولی قرقره هم که مجاور یکدیگرند موقع قطع یا وصل جریان های القائی تولید میشوند که موسومند به جریانهای القائی بر خود جریان

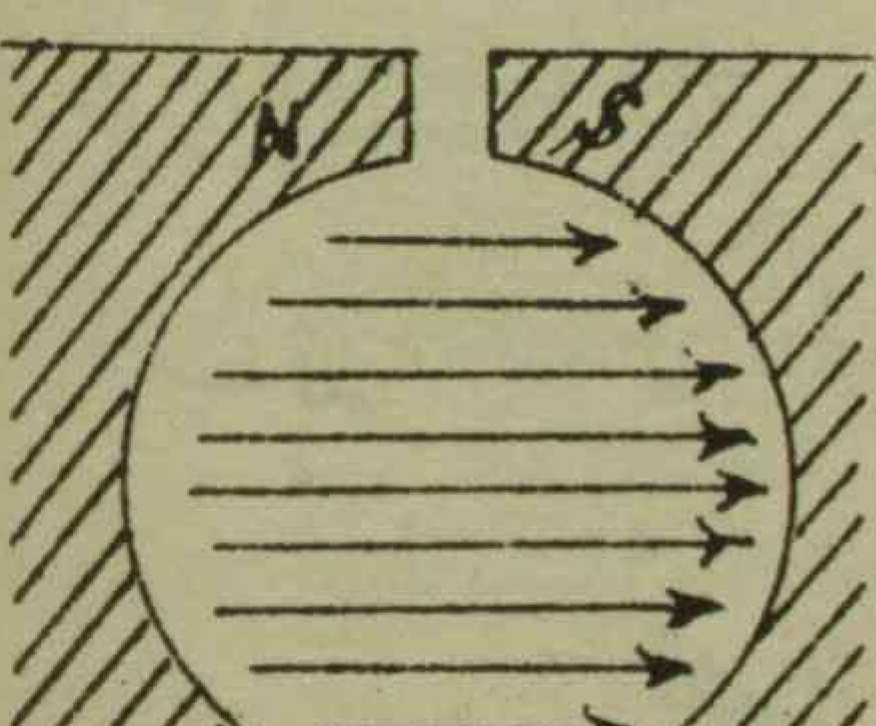
فصل پانزدهم

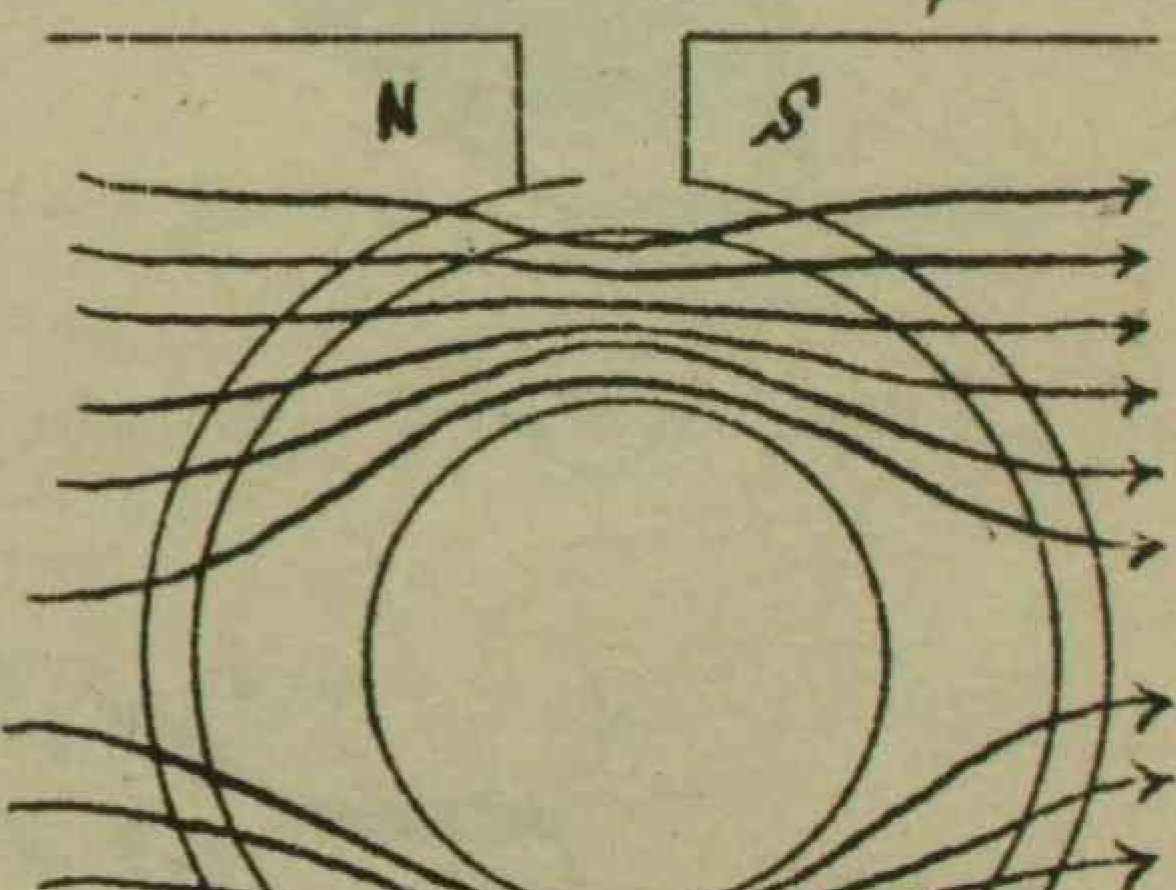
ماشینهای مقممهٔ القائی

ماشین گرام

ماشین گرام ماشینی است که میتواند هم مولد الکتریسیته باشد و هم بعنوان محرک استعمال شود یعنی میتواند یکدفعه کاری را که عضله شخص یا ماشین بخار انجام میدهد تبدیل بالکتریسیته نماید و دفعه دیگر قوه الکتریسیته را تبدیل بکار نموده ماشین را بحرکت درآورد.

این ماشین از دو قسمت اصلی ساخته شده : یکی مغناطیس یا مغناطیس الکتریکی بسیار قوی - - - - - - - - - - - که تولید میدان مغناطیسی ثابتی میکند و در واقع همان دستگاه ملقی است و دیگر قوه که در این میدان میچرخد و جریان القائی در آن تولید میشود.





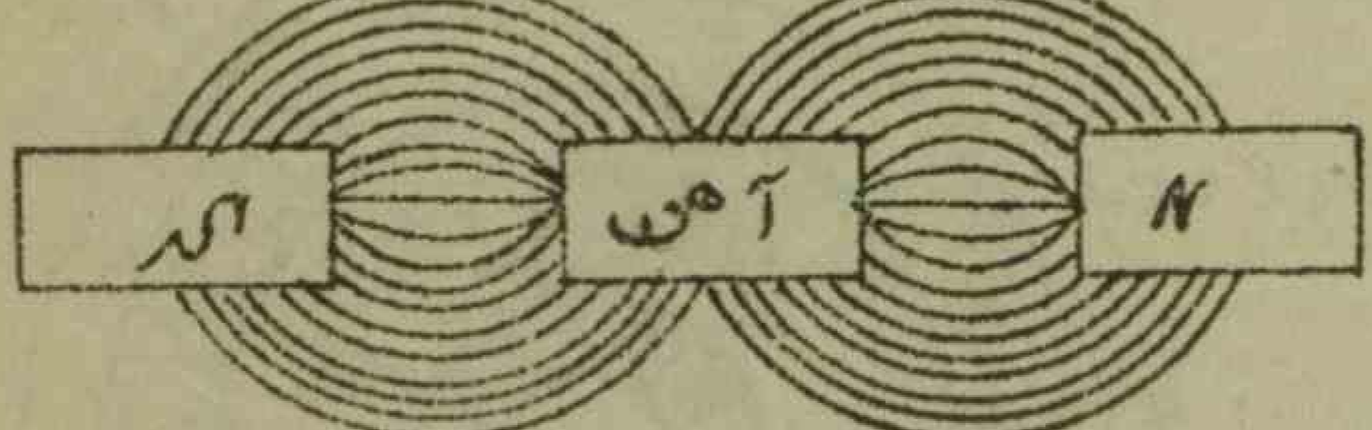
میدان مغناطیسی ثابت - این میدان از تقابل دو قطب مغناطیس

یا مغناطیس الکتریکی که فاصله شان بشکل استوانه مجوفی میباشد تشکیل شده و مابین دو قطب N و S آن خطوط قوه بطور متوازی و شدید موجود میباشند (شکل ۱۷۷)

اگر درین میدان حلقهٔ از آهن خالص قرار دهیم خطوط قوه در حلقه متراکم شده بشکل ۱۷۸ درمیآیند

این تمرکز و اجتماع خطوط قوه را ممکن است با تجربه مختصری بتحقیق رسانید :

تجربه — مابین دو قطب N و S مغناطیسی قطعه آهن خالصی قرار داده و آن را در زیر ورقه مقوائی میگذاریم



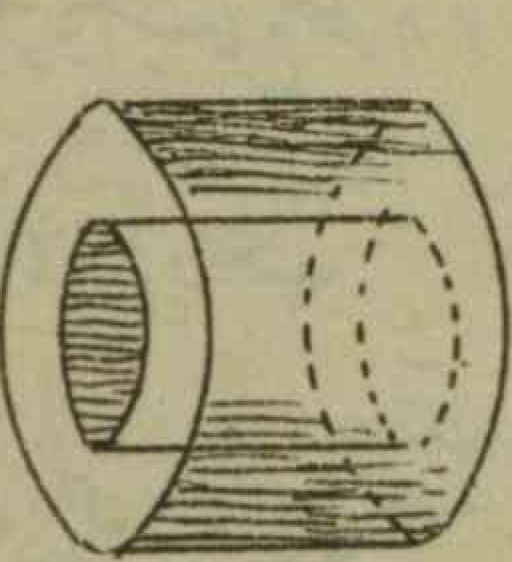
ش ۱۷۹

چون برروی مقوا براده آهن بریزیم طیف مغناطیسی بشکل ۱۷۹ درآمده و خطوط قوه در قطعه آهن متراکم میشوند

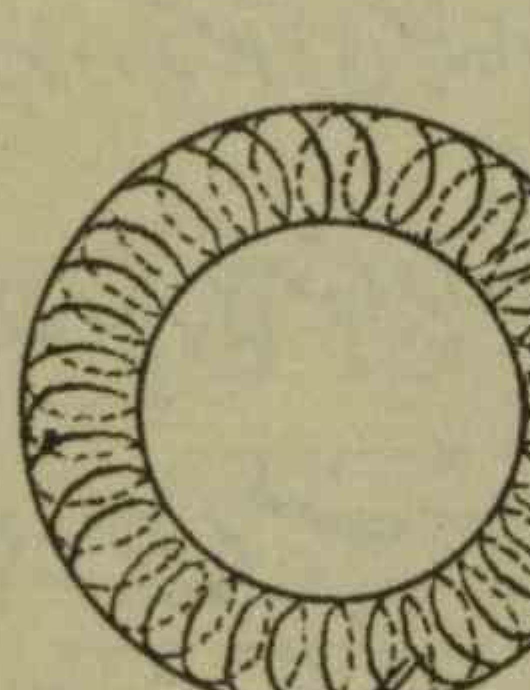
قسمت متحرک ماشین گرم - حلقه گرام — این قسمت تشکیل شده

است از مفتول مسی ابریشم پیچیده که فاصله بفاصله در روی حلقه (یا بطور صحیح استوانهٔ مجوف) از آهن خالص پیچیده شده و بعبارة اخری تشکیل چندین قرقره میدهند که همه باهم مربوط و از جهت واحد پیچیده شده اند (شکل ۱۸۰ ـ ۱۸۱)

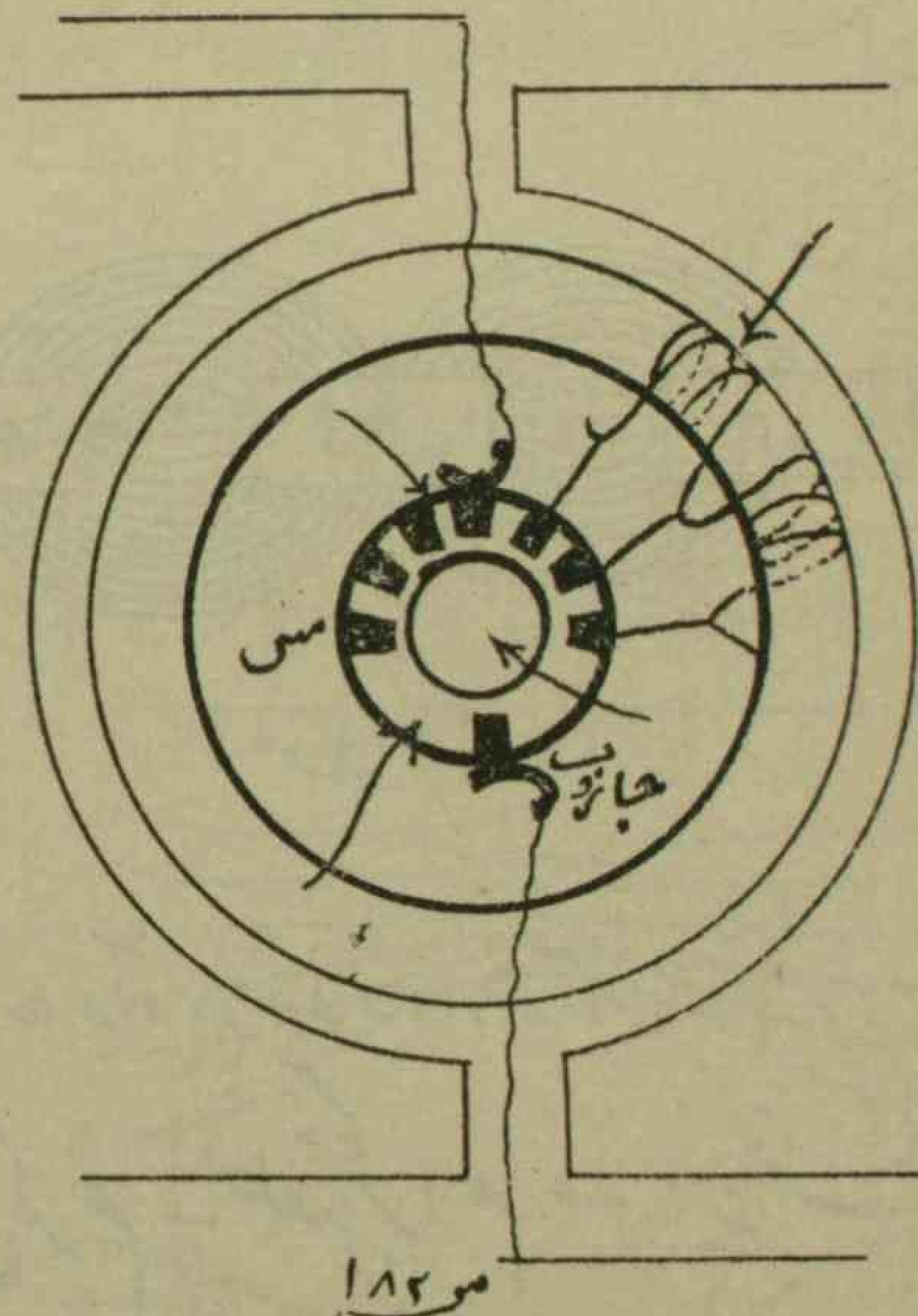
عدهٔ قرقره‌ها زوج و در دو طرف اقطار استوانه نظیر بنظیر واقع شده‌اند - قسمت
مفتولی که یک قرقره را بقرقره دیگر مربوط میسازد بتوسط مفتولی بقطعه مسی که در امتداد
یکی از مولدهای استوانه قرار گرفته متصل شده و ما بین قسمتهای مس قطعات جسم
عایقی مانند میکا واقع شده‌اند - مجموع قطعات مس و میکا را خازن ماشین میگویند
(Collecteur) (شکل ۱۸۲)



ص ۱۸۰ حلقهٔ گرام



حلقهٔ گرام
ص ۱۸۱



ص ۱۸۲

بر روی قسمت خازن دو جاروب تکیه میکنند که عبارتند از دو قطعه مس قرمز یا دو
قطعه ذغال قسرح که بتوسط دو پیچ عایقی بر کنار دستگاه میچسبند بواسطه اصطکاک
دو جاروب با قسمتهای مسی که در خازن واقعند جریانی که در حلقه درست میشود دو

حلقه درست میشود وارد جاروها وازآنجا بتوسط دورشته مفتول بخارج میرود

طرز عمل ماشین گرام — هرگاه حلقه گرام را بتوسط دسته اش با حرکت متحد الشکلی در درون قطبین مغناطیس بچرخانیم در قرقره ها بترتیب جریان القائی تولید شده واین جریانات جزء بتوسط خازن گرام ارد وجارو وازآنجا بخارج منتقل میگردد و باید دانست که شدت جریان القائی در اینجا متناسب با عده دورهای حلقه در ثانیه میباشد و درواقع کار عضلات و یا ماشینی که سبب چرخیدن حلقه شده است در ماشین گرام تبدیل بجریان الکتریسیته میشود و بدیهی است که هرچه قوه بیشتر مصرف شود دوران چرخ سریعتر شده الکتریسیته حاصله شدید تر میگردد .

بعکس هرگاه دو جارو را با ماشینی که تولید جریان الکتریسیته نماید مربوط سازیم حلقه گرم بحرکت درآمده ومحور آن ممکن است محور حرکت چرخهای ماشینهای مختلفه گردد درینحالت جریان الکتریسیته تبدیل بقوه محرکه شدید شده سبب حرکت ماشین را فراهم ساخته است .

انتقال قوه از محلی بمحل دیگر — خاصیتی را که ماشین گرام دارا است از حیث اینکه کار جرثقیلی را تبدیل بجریان الکتریک میکند و بالعکس برای انتقال قوه از

محلی بمحل دیگر بکار برده اند

امروز بشر منابع طبیعی مثل آب دریا (در حین جذر و مد) - جریان رود خانه سقوط آبشار را استخدام کرده و بوسیلهٔ ماشین گرام قوا حاصله از آنها را در کارخانجات دور دست (شهرها) مصرف میکنند.

فرض کنیم در نقطهٔ A یکی از وسائل فوق الذکر حلقه ماشین گرم را بحرکت در آورده باشیم از حرکت حلقه تولید جریان شده و بتوسط دو چار و دارد مفتولها و از آنجا بمحل دیگر B (مثلاً کارخانه) که موقع مصرف قوه است منتقل میشود این جریان در نقطه B حلقه ماشین محرک گرم را بحرکت در آورده و حرکت او سبب حرکت ماشینها میشود و یا دوباره تولید جریان الکتریسیته مینماید که برای روشنائی و گرم کردن مصرف میشود و بهمین جهة در مقابل ذغال سنگ که تا چندی تنها موجد حرکت محسوب میشد امروزه مجاری آب را باسم ذغال سفید و ذغال سبز میشناسند.

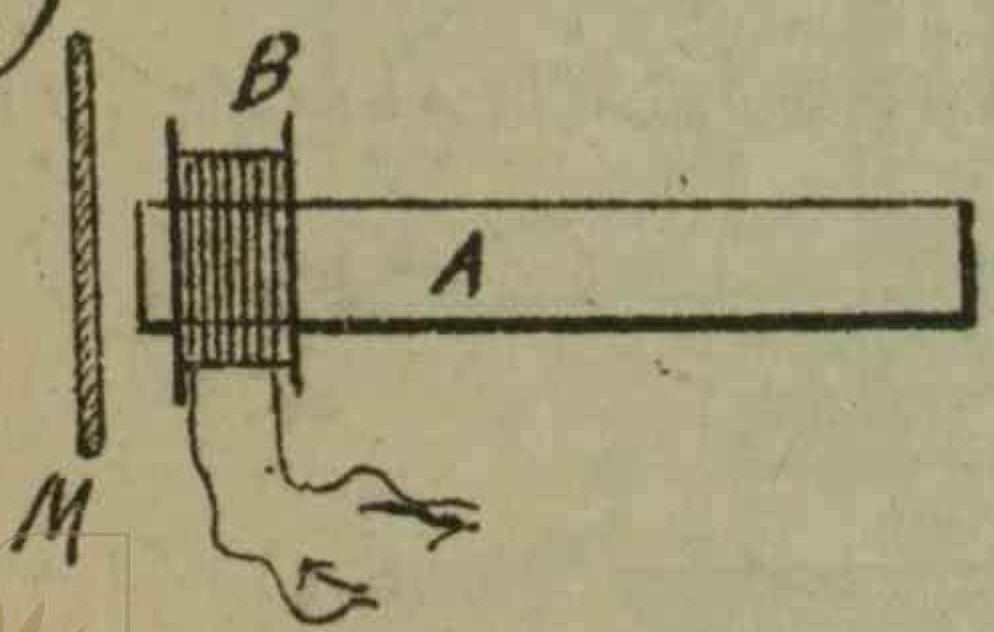
این مسئله را باید دانست که تمام قوه که در ماشین گرام محل A وارد میشود در نقطه B پس گرفته نمیشود بلکه گرم شدن مفتول اصطکاک چرخ وغیره خود مقداری از آن میکاهند و برای جلوگیری این نقصان بایستی حتی المقدور مقاومت مفتول را کمتر کنند.

حرکت واکنهای برقی نیز مشابه طرز عمل ماشین گرام بوده مربوط باتست
یکی از موارد مهمه دیگر استعمال الکتریسیته القائی قرقره روهمکرف است که در رادیوگرافی
معروفی Radiographie و عکس برداشتن مریض و مجروح اهمیتی بسزا دارد
ولی این مختصر گنجایش ذکر آنرا ندارد .

(تلفن)

هر دستگاه تلفنی از دو قسمت ساخته شده یکی که مقابل آن در نقطه A حرف میزنند
و دیگری آنکه شخص شنونده نقطه B بتوسط آن صدا را میشنود اولی را حرف
زننده Parleur و دومی را شنونده (گوشی) Ecouteur
مینامند این دو دستگاه بتوسط مفتولی بیکدیگر مربوط اند (معمولاً
دو مفتول)

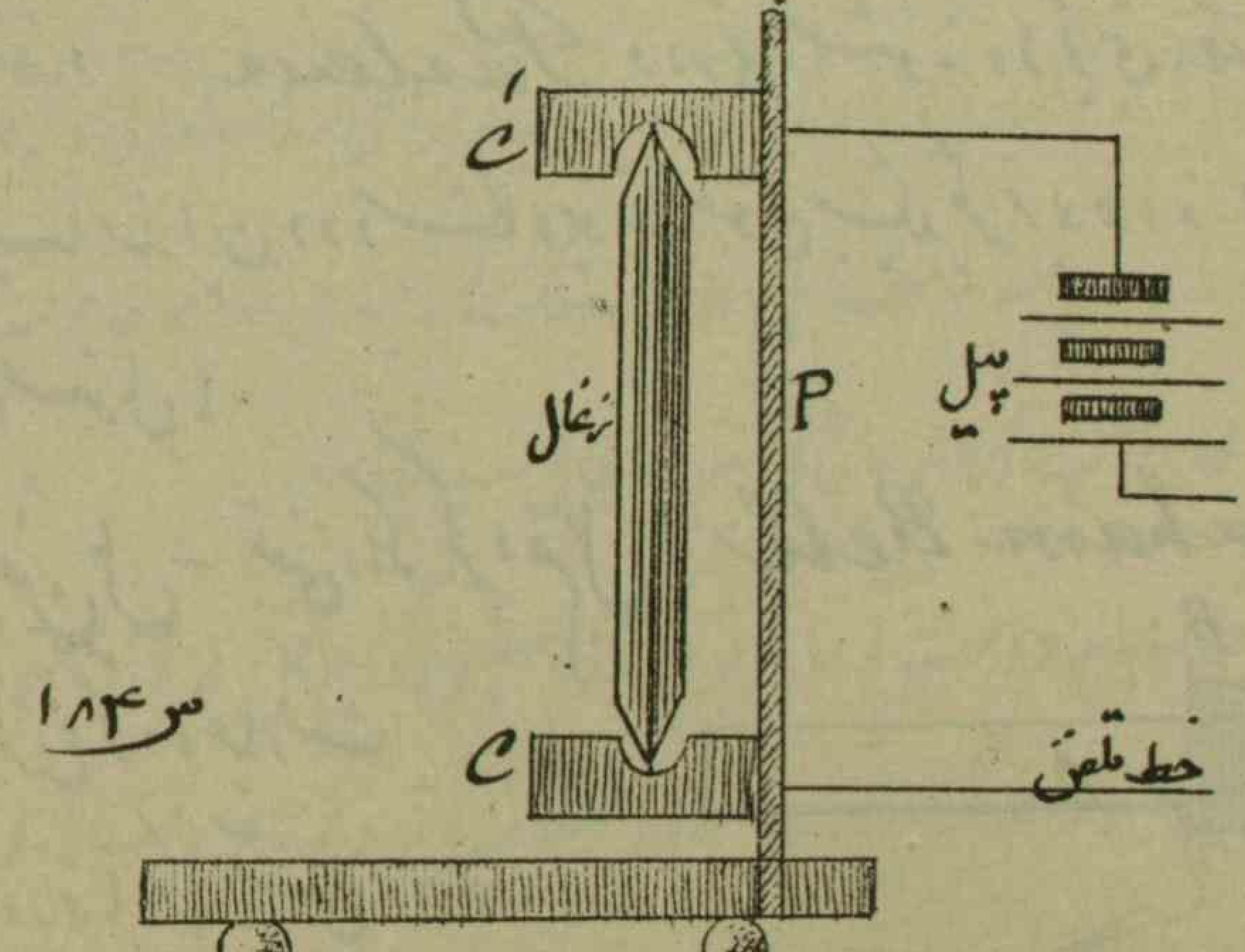
تلفن بل — تلفنی را که گرام بل Graham Bell در سنه ۱۸۷۶
اختراع کرده عبارتست
از ورقه نازک آهنی
M که بفاصله کمی از قطبین
مغناطیسی مانند A که



درون قرقره مفتول پیچیده عبور کرده قرار گرفته است .

دور و نزدیک شدن صفحه در نتیجه شدت و ضعف اصوات مختلفه جریانهای القائی باشدتهای مختلفه در قرقره تولید کرده این جریانات در قرقره مشابه اولی داخل شده خاصیت مغناطیسی میله آنطرف را تغییر داده و بالنتیجه حرکاتی نظیر حرکات و تغییرات اولیه در صفحه A دستگاه ثانی ایجاد میکند و صدائی نظیر صدائی که سبب القاء جریان تولید مینماید .

این تلفن بواسطهٔ ضعف جریانش از همان ابتدا متروک شده زیرا که از چند صد متر بیشتر دیگر



صدا را میرساند و میکرفن Microphone جانشین آن شد

میکرفن – که دو سر میله نازکی از زغال قرع را بشکل مداد تراشیده که دو نوک آنرا در دو فرورفتگی د و د' که آنها نیز از زغال ساخته شده و هر دو در روی تخته بسیار نازکی مثل P ثابت شده‌اند بحال آزادی و بدون اینکه بآن چسبیده باشند جا میدهند وضمناً این میله در معبر جریانی واقع شده که توسط خط تلفن بآن انتقال پیدا میکند هنگامیکه جریان بطور عادی از این معبر میگذرد یعنی کسی با تلفن کار نمیکند از تلفن صدائی شنیده نمیشود ولی اگر در مقابل صفحه P حرف بزنند قطعه زغال مرتعش شده ومقاومت وشدت جریان تغییر پیدا میکند وبالنتیجه صفحه گوشی تلفن بنوسان درآمده ارتعاشاتی نظیر ارتعاشات صوتی تولید وصدائی مشابه صدای اولی بگوش میرساند.

فصل پانزدهم

موارد استعمال عمده مغناطیس الکتریکی

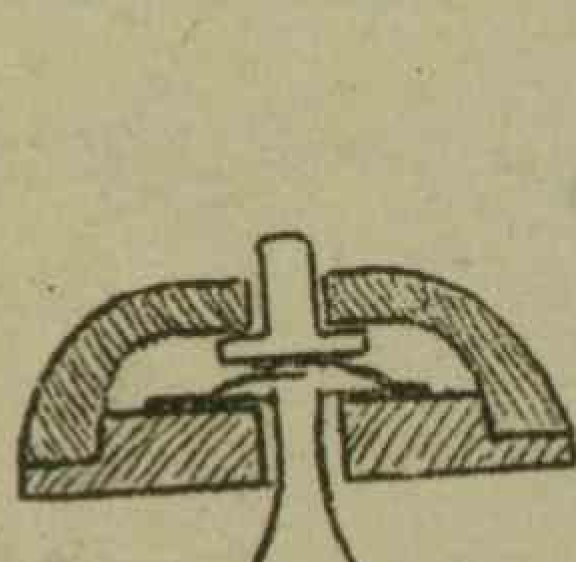
زنگ اخبار – تلگراف

زنگ اخبار – دستگاه زنگ اخبار تشکیل شده است از یک مغناطیس الکتریکی

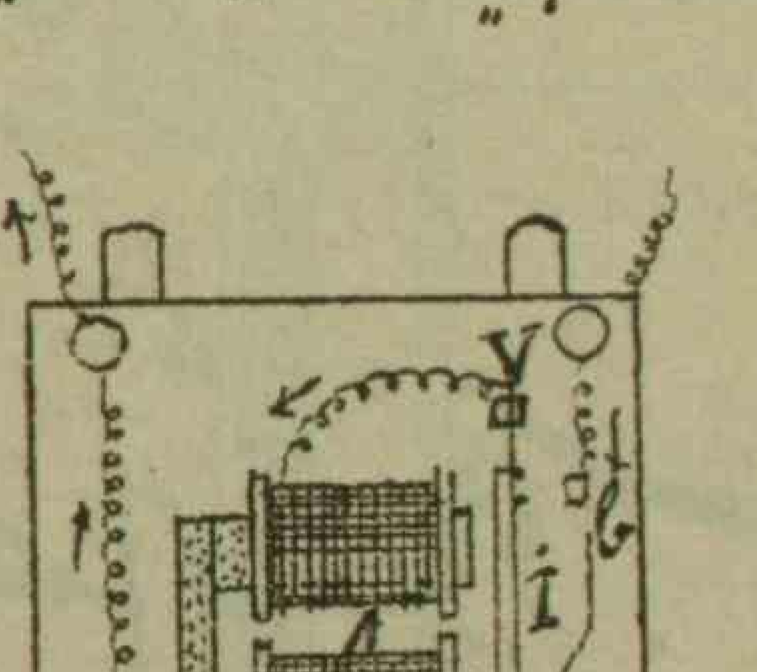
نعلی شکلی مانند A که در روی تخته نصب شده در برابر دو شاخهای این مغناطیس قطعهٔ آهن خالص I قرار گرفته که از طرفی بواسطهٔ پیچ V بر روی تخته محکم شده و از طرف دیگر بچکش کوچک M مربوط است

(وقتی که جریان نیست) میلهٔ آهن I از مغناطیس جدا و در نقطهٔ a بفنری تکیه میکند و این فنر از یک سمت خود (a) مربوط بیکی از قطبین پیل است یکی از دو انتهای مفتول مغناطیس بوسیلهٔ پیچ V مربوط به تیغهٔ آهن I و انتهای دیگرش متصل بقطب دیگر پیل است.

بمحض اینکه شستی را فشار دهند جریان از فنر a و میلهٔ آهنی I و پیچ V عبور کرده وارد بر قرقرهٔ مغناطیس میشود و آن خاصیت مغناطیسی پیدا کرده و تیغهٔ آهن I را جذب میکند و چکش M بزنگ T خورده تولید صدا میشود ولی پس از آنکه I



مر ۱۸۶ شستی



مر ۱۸۵

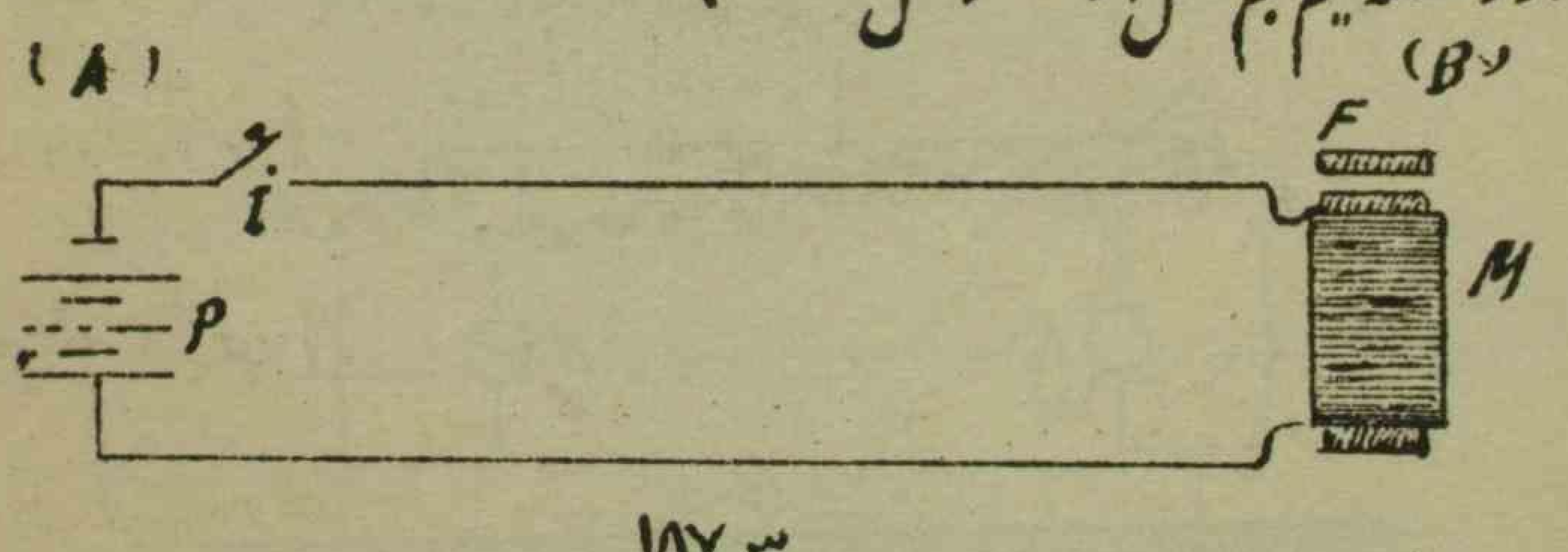
جذب شد اتصال آن با فنر a از بین رفته بالنتیجه جریان در قرقره قطع میشود خاصیت

مغناطیسی آن بواسطهٔ قطع جریان از بین میرود و بدیهی است که در این صورت میلهٔ آهن
I رها شده دوباره به سه تکیه میکند و مجدداً جریان وصل و مه به T برخورده
صدای جدیدی تولید میکند و قس علیهذا ... س ۱۸۵

شستی که پهلوی درب خانه یا محل دیگر میگذارند فقط برای وصل جریان است

اساس تلگراف — مقدمةً برای آنکه کیفیت ساختمان و طرز عمل تلگراف
خوب استنباط شود اساس آنرا بطریق ذیل خلاصه میکنیم :

اولاً در محل A مجموعهٔ از چند پیل P برای تولید جریان الکتریته و بفاصلهٔ کمی از آن
در نقطهٔ I اسباب قطع و وصل جریان قرار دارد ثانیاً در محل B قرقرهٔ مغناطیس
M که در مجاورت آن صفحهٔ آهن F واقع شده دیده میشود هر دو دستگاه بوسیلهٔ
دو رشتهٔ سیم بهم متصل اند (شکل ۱۸۷)

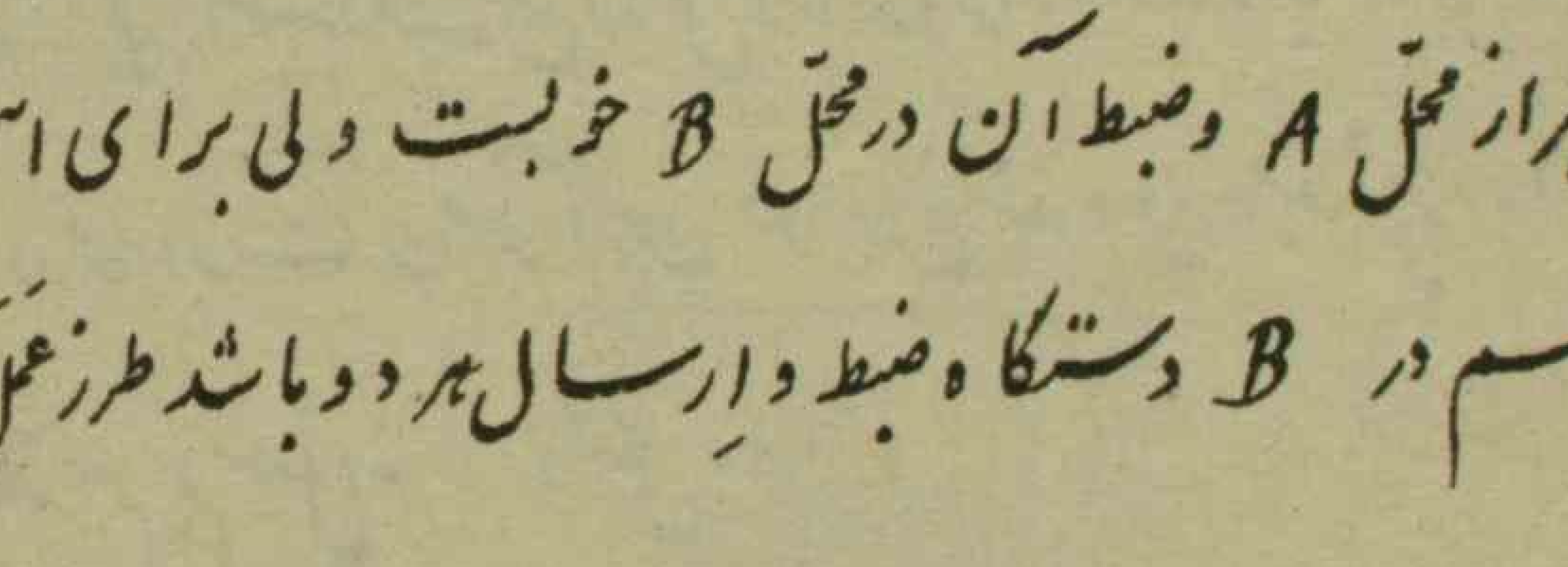


س ۱۸۷

برحسب آنکه جریان را وصل و یا قطع کنیم دستگاه M دارای خاصیت مغناطیسی شده
و یا آنرا از دست میدهد و در نتیجه سلاح آهنی F را جذب و یا آنرا از خود دفع

میکند . حال اگر یکی از دو انتهای سلاح F مختوم بنوک آلوده بمرکب بوده و از مقابل آن صفحه کاغذی رابگذارند جذب و دفع متوالی آن اثراتی از قبیل خطوط نقطه در روی کاغذ باقی میگذارد که برحسب قراردادهائی ممکن است مبیّن مطلبی واقع شده و باین ترتیب نقل اخبار از محلّی بمحل دیگر صورت گیرد

معمولاً مابین محل A و B بیش از یک سیم استعمال نمیکنند وعوض یک سیم دیگر زمین رابطهٔ واقع میشود باین قسم که یک سر مفتول مغناطیس الکتریکی و همینطور یکی از قطبین پیل را بقطعات مس پهن متصل کرده در زمین مرطوب داخل میکنند و باین ترتیب از خرج دو سیم کشیدن مقداری کاسته میشود شکلی که در فوق ملاحظه میشود فقط برای ارسال خبر از محل A وضبط آن در محل B خوبست ولی برای اینکه هم در A و هم در B دستگاه ضبط وارسال هردو باشد طرز عمل مطابق



ش ۱۸۸

(شکل ۱۸۸) خواهد بود .

در اینجا R و R' هر دو دستگاه ضبط میباشند - اگر B و C را مربوط کنند دستگاه (۱) حالت ضبط پیدا میکند و بر حسب اینکه در (۲) A' و B' را قطع یا بهم وصل کنند اخباری از محل (۲) به محل (۱) فرستاده میشود و در اینحالت دستگاه محل (۲) عمل ارسالی را داراست .

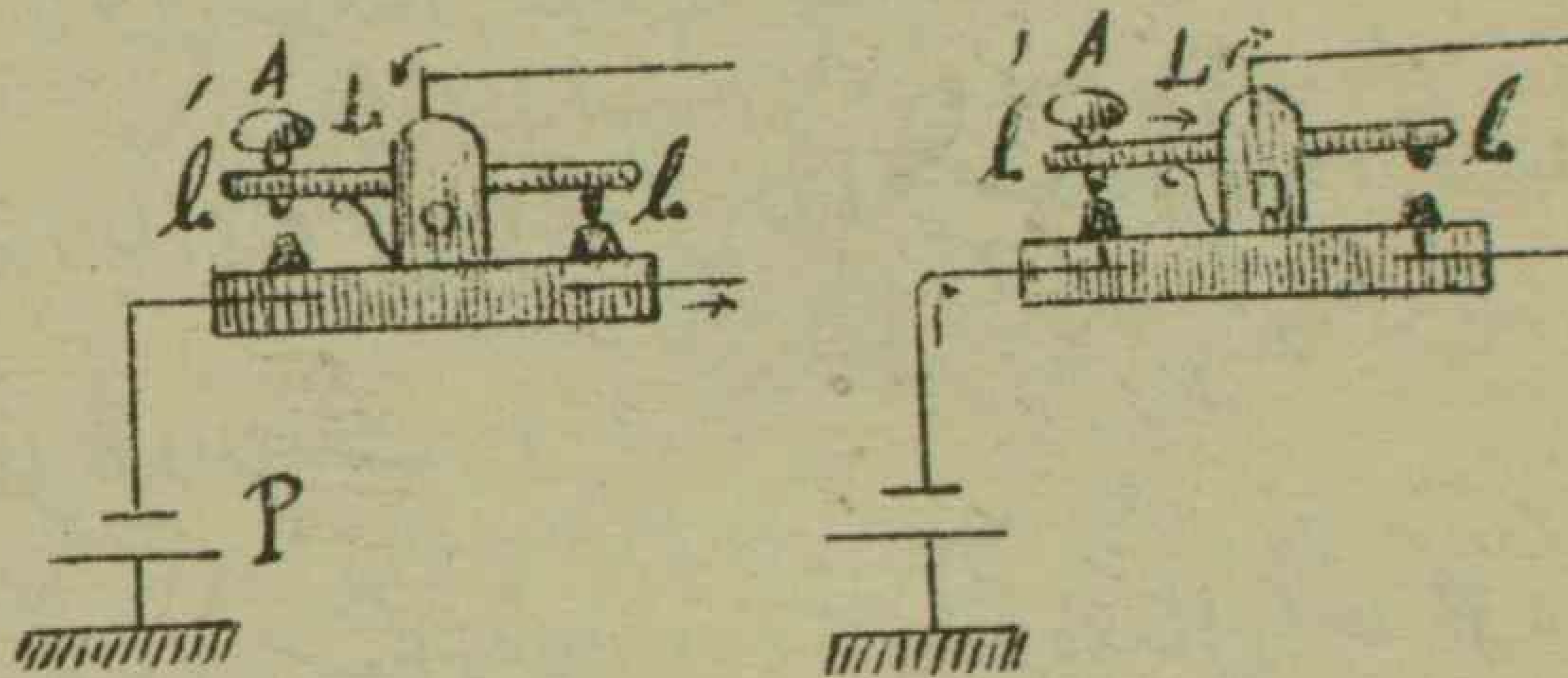
هرگاه بخواهند (۲) دستگاه ضبط و (۱) دستگاه ارسال باشد B' و C' را مربوط کرده و جریان را در A و B قطع و وصل میکنند .

تلگراف مرس Morse - دستگاه تلگرافی مرس که در امریکا اختراع شده بهترین دستگاه ضبط و ارسال اخبار تلگرافی است و دارای سه قسمت میباشد :

۱- دستگاه ارسال خبر Manipulateur ۲- دستگاه ضبط Recepteur ۳- پیل و سیم تلگراف

دستگاه ارسال - این دستگاه عبارتست از اهرم L که در حول محور o متحرک بوده و مربوط بخط تلگراف است - در حال معمولی نوک اهرم با نوک m مربوط و در واقع دستگاه ارسال در معبر خط تلگراف واقع میشود که بتوسط آن جریان وارد در دستگاه ضبط محل میشود (شکل ۱۸۹)

چون بتوسط شستی A اهرم را پائین آورند مجاورت l را از بین رفته اینـدفعه



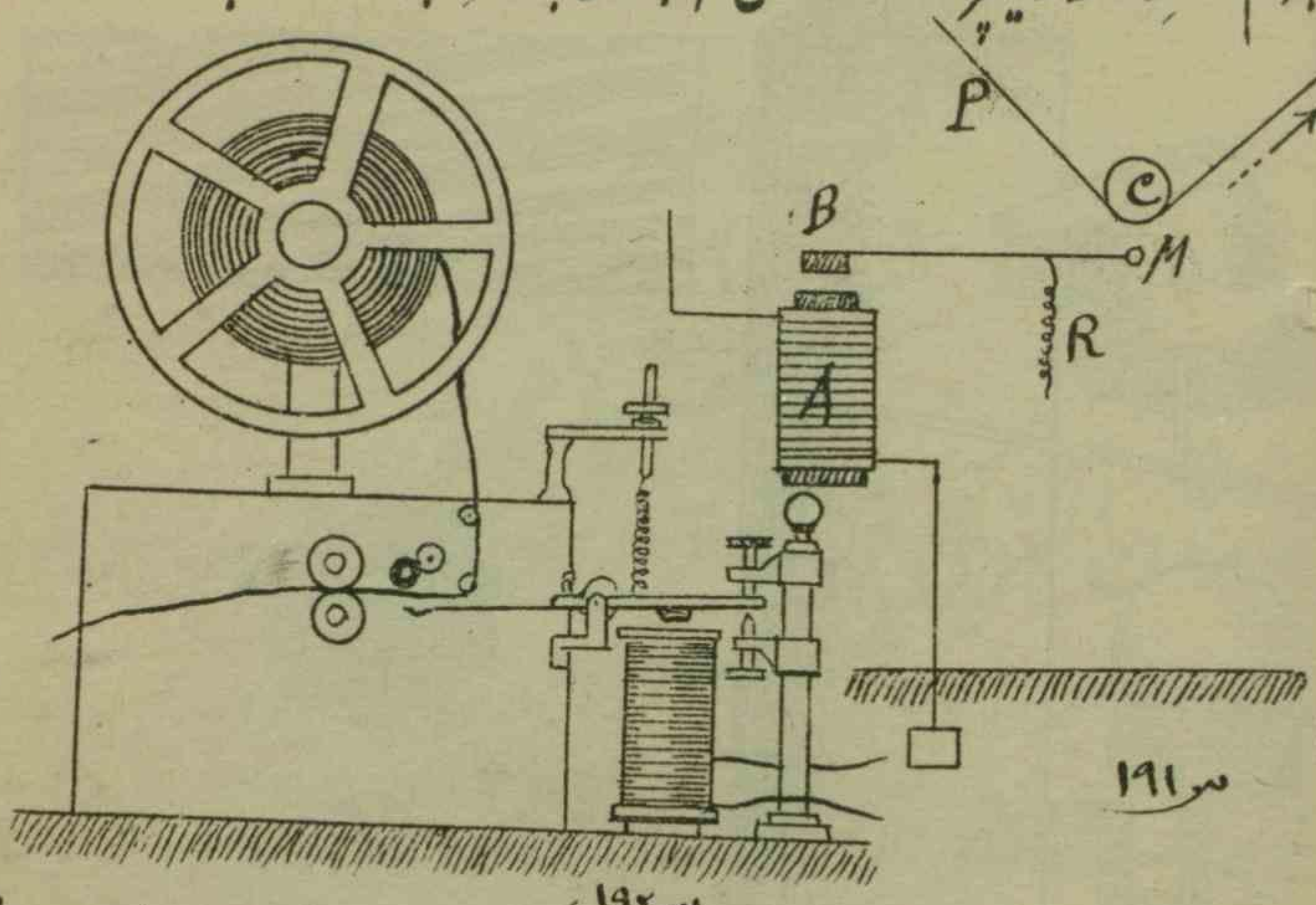
ش ۱۹۰

با نوک l' مربوط میشود و این نوک با قطب پیلی مربوط است و تا دقیکه این ارتباط برقرار است جریان پیل از l' وارد L و از آنجا بخط تلگراف رفته بطرف دیگر منتقل میشود و بنابرآنکه اتصال کم و یا زیاد دوام داشته باشد علائم مختلفه از قبیل نقطه و خط که نماینده حروف هستند بطرف دیگر فرستاده میشود ش ۱۹۰

دستگاه ضبط — دستگاه ضبط نیز خیلی ساده بوده و اساس آن همانست که قبلاً ذکر شد: سلاح B قرقره مغناطیسی A بانتهای اهرمی متصل است که در حول نقطه O متحرک بوده و در انتهای دیگرش گلوله کوچک M تعبیه شده این گلوله همیشه آلوده بمرکب است (شکل ۱۹۱)

هنگامیکه جریان الکتریک در قرقره مغناطیسی داخل شود سلاح آهنی B جذب آن شده

اهرم دور محور خود میچرخد و انتهای M آن بطرف بالا رفته با نوار کاغذی



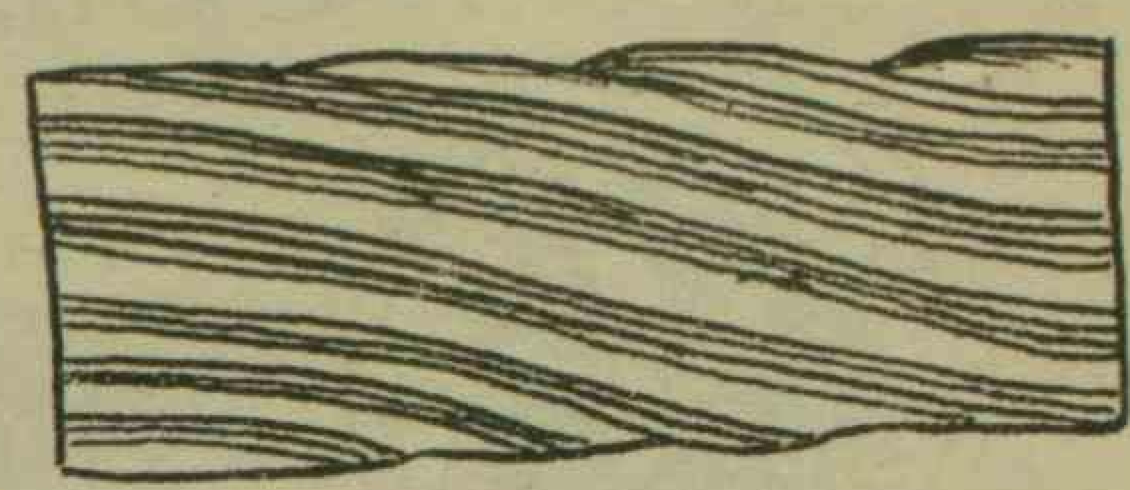
شکل ۱۹۱

شکل ۱۹۲

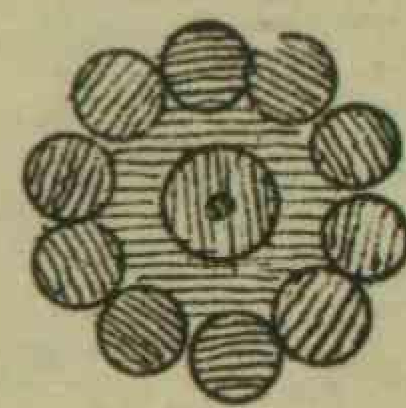
که در امتداد رسم بر روی چرخ C متحرک است اصطکاک پیدا میکند و مادام
که جریان در مغناطیس باقی است نوک M اهرم در روی نوار کاغذی P خط
مستقیمی ترسیم میکند ولی پس از قطع جریان اهرم دوباره بواسطه فنر R بوضع
اول خود برگشته خط قطع میشود - کمی و زیادی مدت وصل جریان خطوط طویل
ویا کوتاهی را ترسیم میکند که برحسب قرارداد معرف حروف الفبا میباشند
مثل :

پیل و سیم تلگراف - سیم تلگراف معمولاً با سیمهای آهنی که قطرشان چهار
میلی متر و مقاومتشان در هر کیلومتری ۱۰ اهم است ساخته شده بواسطه تیرهائی

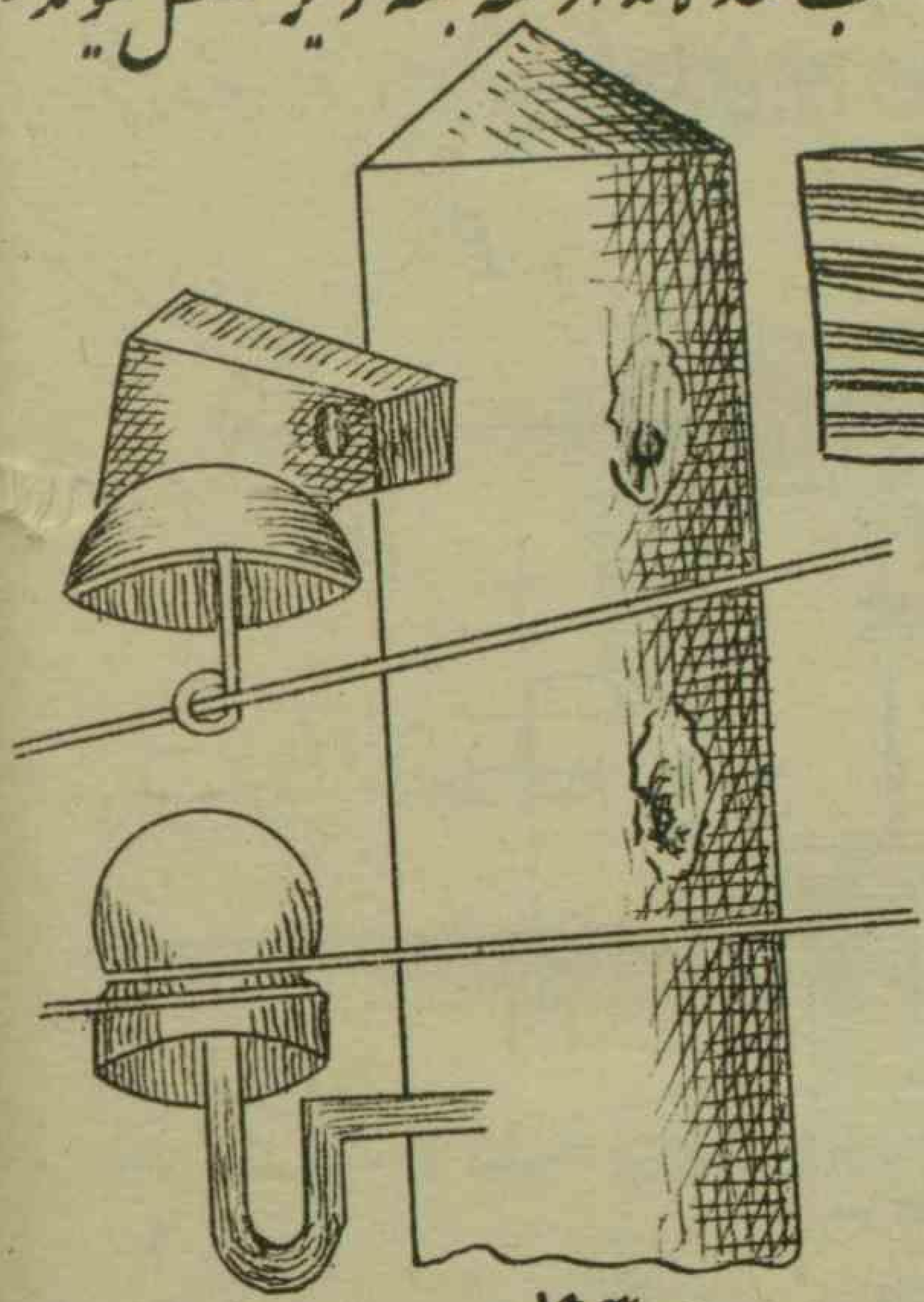
چوبی و یا آهنی که در فواصل معینه نصب شده اند از نقطه بنقطه دیگر منتقل میشوند و



ش ۱۹۴



ش ۱۹۵



ش ۱۹۳

مقره های که از بدل چینی ساخته میشوند مابین سیم و تیر عایقی تشکیل میدهند (شکل ۱۹۳)

سیمهای تحت الارضی و تحت البحری که با جسم هادی مانند زمین و آب مربوط اند

غلاف عایق با مقاومتی لازم دارند : مفتول هادی که از مس ساخته شده در

وسط قرار گرفته و اطراف آن را با چند ورقه گوتاپرکا (قسمی کائوچو) عایق

نموده اند و در خارج گوتاپرکا سلاحی از مفتولهای آهنی که قدری پیچیده تر باشد

تشکیل شده که آن را نیز از الیاف شاهدانه مستور کرده اند ش ۱۹۴

Battries برای تولید جریان معمولاً مجموعه از چند پیل

را بکار میبرند .

فصل هفدهم

الکتریسیته جوّیه

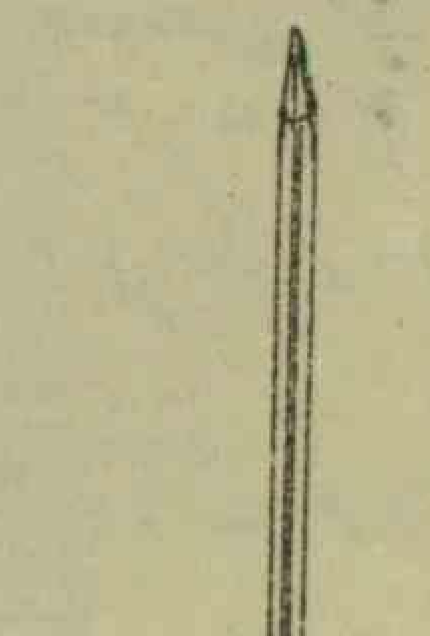
میدان الکتریکی جوّ — الکتروسکپی را (شکل ۱۹۴) که میله اش طویل بوده (۶۰ سانتیمتر) و بنوکی ختم شده باشد اگر در هوای آزاد قرار دهیم نشان میدهد که هوا نیز دارای الکتریسیته است زیرا که اوراق طلای آن از یکدیگر جدا شده و معمولاً وجود الکتریسیته مثبت را نشان میدهند .

چون الکتروسکپ را در فضا تغییر مکان دهیم می بینیم که سطح الکتریکی به نسبت ارتفاع زیاد میشود و این ازدیاد در هر متری از ۱۰ تا ۱۰۰۰ ولت تغییر میکند منتهی در هوای بارانی این ازدیاد خیلی کم و در هوای خشک یا طوفانی خیلی بیشتر است .

نقاطیکه سطح الکتریکشان متساوی است (در جلگه ها) در یک سطح افقی قرار میگیرند و در نقاط برجسته یا مرتفع این سطوح شکل برجستگی را متابعت کرده و در قله کوه خیلی بیکدیگر نزدیک میشوند و بالعکس در دره ها از یکدیگر انحراف

میکنند و در واقع الکتریسیته همانطور که در اجسام هادی توزیع میشد در زمین نیز بهمان شکل تقسیم میشود

الکتریسیته جویه مثبت ولی در زمین الکتریسیته منفی موجود است و ممکن است عکس آن اتفاق بیفتد (مخصوصاً در مواقع بارندگی) یعنی الکتریسیته زمین مثبت و از آن جو منفی شود.


س ۱۹۶

فرانکلن

Franklin

اول کسی است که با یک تجربه مشابهت صاعقه و آثار تخلیهٔ الکتریسیته را محقق ساخت باینطریق که در سنه ۱۷۵۲ بادبادکی را که دارای نوک فلزی بوده و ریسمان از علف شاهدانه بافته شده بود در هوای رعد و برق دار پرواز داد - ریسمان بادبادک بواسطه قطعه ابریشمی عایق شده رابطه اش با زمین مقطوع بود.

در ابتدای تجربه هیچ اثری مشاهده نشد ولی پس از سقوط باران کمی ریسمان

مرطوب و هادی الکتریسیته شده فرانکلن توانست از انتهای تحتانی آن جرقه های
طویلی بگیرد .

باید دانست که این تجربیات بدون خطر نمیباشند چنانکه در ۱۷۵۳ یک نفر فزیک دان
روسی موسوم به ریشمان که در هنگام طوفان خویشتن را بمیله آهنی اطاق خودش که مربوط بسقف
خانه بوده و برای تحصیل الکتریسیته جویه تعبیه شده بود نزدیک کرده و در اثر تخلیه الکتریسیته
جان خود را فدا نمود .

اگر در هوای طوفانی سطح الکتریکی ابرها را امتحان کنیم خواهیم دید که بعضی دارای
الکتریسیته مثبت و برخی دیگر دارای الکتریسیته منفی هستند و هر وقت اختلاف سطح
الکتریکی دو برابر و یا اینکه یک ابر باندازه کافی بزمین نزدیک شده تخلیه الکتریکی
مابین آنها صورت بگیرد Décharge électrique در صورتیکه
این تخلیه مابین ابر و زمین باشد صاعقه Foudre و اگر مابین
دو ابر باشد برق نامیده میشود Éclair و معمولاً دوام
نور آن بیش از $\frac{1}{1000}$ ثانیه نمیباشد

صدائی که همیشه کمی بعد از برق شنیده میشود (اغلب چند ثانیه بعد از آن)
موسومست برعد Tonnère که این صدا که در نتیجه تخلیه الکتریکی تولید

شده بترتیب قسمتهای مختلفه هوا را تا چندین کیلومتر بنوسان در میآورد و علت اینکه بعد از رؤیت برق شنیده میشود آنستکه مطابق آنچه که در فصل صوت گفته شد سرعت صوت ۳۳۳ متر و سرعت نور ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است و از همین رو میتوان فاصله دوایری که تولید رعد و برق را مینماید تا زمین معیّن نمود.

گاهی درکنار افق برقهائی مشاهده میشود بدون اینکه ابری در هوا باشد و این مسئله بواسطه آنستکه برق در محلّ دوری است که صدایش نمیرسد این برق افق را میتوان در واقع عکس برق دانست

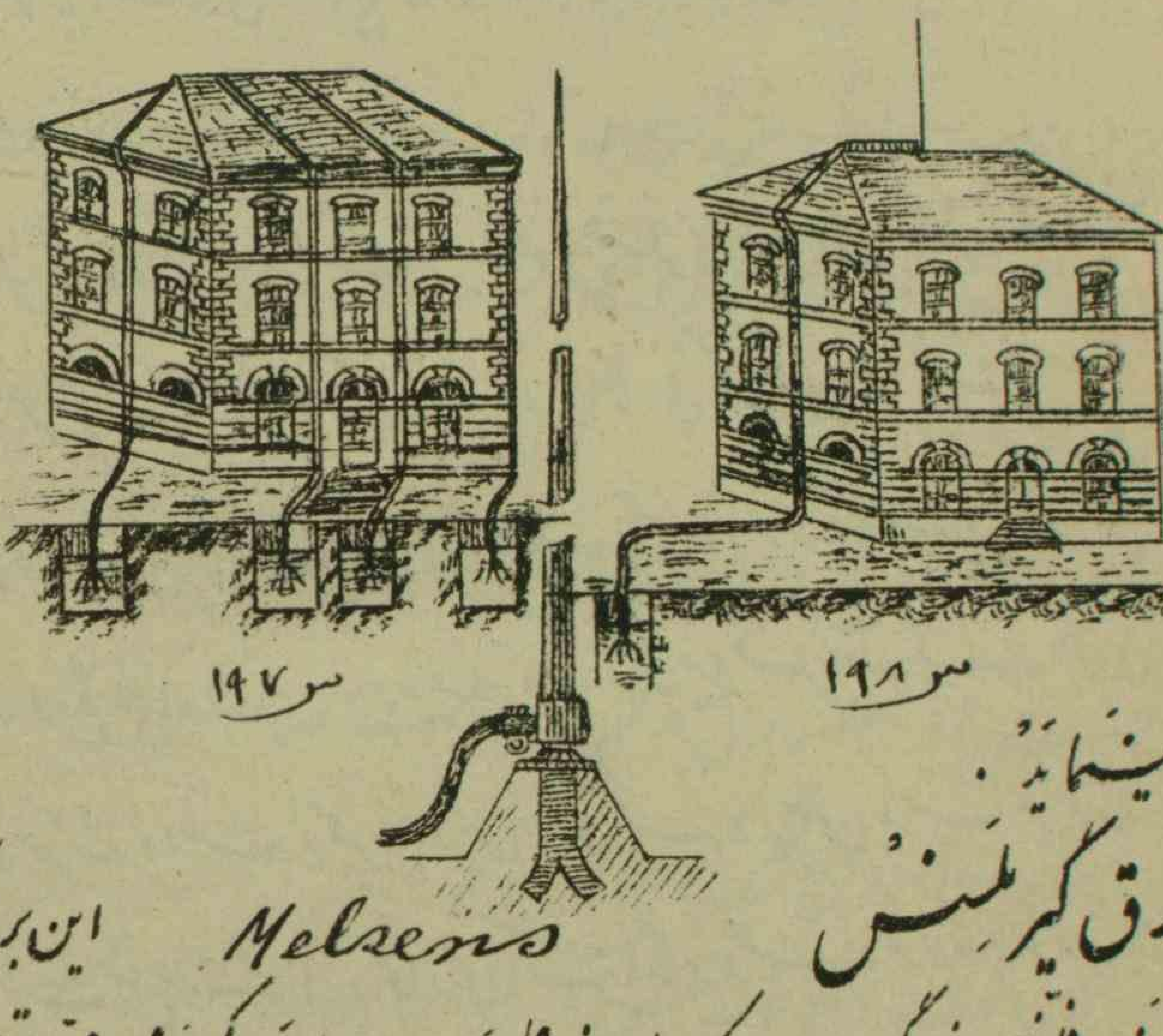
صاعقه ممکن است در محلّ تولیدش آثاری بظهور برساند که کاملاً شبیه بآثار تخلیه الکتریسیته باشد یعنی اجسام هادی را گرم و حتی بعضی اوقات هم آنها را ذوب و تبخیر کند. اجسام غیر هادی و یا اجسامیکه کمتر هادی هستند در معبر صاعقه خرد و متلاشی میشوند و نیز ممکن است صاعقه حیوانات را بکشد و یا آنها را مفلوج سازد چون معمولاً صاعقه بچیزهای بلند و نوک دار میزند بنابرین نباید در هنگام صاعقه بدرخت یا چیزهای نوک دار دیگر پناهنده شد زیرا ابداً امید خلاصی در آن نمیرود.

برق‌گیر Paratonnerre - فرانکلن برای حفظ عمارات عالیه اسبابی اختراع کرده موسوم به برق‌گیر که اساس آن تکیه بر خاصیت نوکهااست

۰ ـ برق‌گیر فرانکلن عبارتست از میلهٔ طویل فلزی (۸ الی ۱۰ متر) که در قسمت فوقانی خود مختوم بنوکی شده و آن را در بالای عمارتی که مقصود محافظت آنست قرار میدهند طرف پائین این میلهٔ فلزی برشته زنجیری مربوط است که وارد چاهی شده و در واقع فضا را بزمین مربوط میسازد - نوک میله فلزی بقطعه کوچک طلای سفید یامس مطلا ختم شده است زنجیر رابط بین برق‌گیر و زمین با تمام قسمتهای فلزی عمارت مثل شیروانی و مجاری آب یا گاز وغیره مربوط بوده و باین ترتیب مقدار الکتریسیته که در این قسمتها جمع میشود بتوسط زنجیر از عمارت خارج شده بقعر چاه میرود (شکل ۱۹۷)

اگر ابری که دارای الکتریسیته مخالف زمین از بالای عمارت عبور کند بواسطه مجاورت الکتریسیته آن در نوک برق‌گیر داخل شده و از آنجا داخل زمین میشود و یا اگر صاعقه هم اتفاق افتد باز بنوک برقگیر بیشتر توجه کرده عمارات را از آثار شوم خود معاف میدارد و معمولاً چنین تصور میکنند که هر برق‌گیر باندازه

دایرهٔ از اطراف خود که شعاعش دو برابر ارتفاع میلهٔ آن باشد محافظت



مینماید.

برق گیر ملسنس Melsens

این برق گیر شبیه بقفس فلزی بزرگی است که اطراف عمارت را احاطه کردهٔ در محل تقاطع قسمتهای مختلفه برق گیر و در بالای عمارت چنگال های فلزی که از اجتماع چندین میلهٔ تشکیل شده قرار میدهند تا اثرات صاعقه از نوکها زودتر دفع شود، انتهای میلهٔ ها یا زنجیرهای فلزی که عمارت را احاطه کرده اند در اینجا نیز وارد چاههائی شده بزمین مربوط میگردند (شکل ۱۹۹)

مسائل

۱- جریانی با شدت ۱۰ امپر به سه شعبه منقسم میشود که مقاومتشان بترتیب یک و پنج و دوازده اهم میباشد - تعیین کنید شدت و اختلاف سطح الکتریکی در هر یک از سه شعبه ؟

۲- قوه محرکه پیلی مساوی ۱،۳ ولت و مقاومت داخلی آن ۱/۲۵ اهم است دو قطب این پیل را بفتول مسی که مقاومتش ۲،۵ اهم است بیکدیگر مربوط نموده اند :

تعیین کنید اختلاف سطح الکتریکی مابین دو قطب این پیل را ؟

۳- آبشاری که در هر ثانیه ۴۱۸ لیتر را از ۱۰۵ متر بپائین میریزد برای بکار انداختن ماشین گرامی بکار میرود و این ماشین ۸۰٪ کار حاصله را پس میدهد اولاً قدرت دینامو را بحسب وات معین کنید ؟

ثانیاً درصورتیکه مقاومت داخلی ماشین مساوی ۱/۹ مقاومت خارجی بوده و مفتول خارجی که از فلز است در مقیاس الحراره که جریان آب از آن عبور میکند داخل شده باشد در هر ثانیه چقدر آب صفر درجه باید داخل مقیاس الحراره شود تا پس از خروج به ۱۰۰ درجه برسد ؟

۴- برای گرم کردن اطاقی 10^6 کالری در ساعت حرارت لازم است - اگر

بخواهند این حرارت را از جریانی که اختلاف سطح الکتریکیش ۱۱۰ ولت است بگیرند :

اولاً شدت جریان چقدر باید باشد و ثانیاً قیمت این حرارت در هر ۱۲ ساعت چقدر است درصورتیکه میدانیم هر کیلووات در ساعت ۷۵ شاهی قیمت دارد؟

۵- تعیین کنید که اولاً یک جار ۲۰ لامپی در ساعت چقدر حرارت میدهد در صورتیکه میدانیم هر چراغی جریان ۰٫۵ آمپر و ۱۱۰ ولتی را دارا میباشد. و ثانیاً چقدر باید ذغال سوزاند تا همین مقدار حرارت بدست آید درصورتیکه میدانیم هر ژول مساوی ۰٫۲۴ کالری کوچک و هر گرم ذغال بطور متوسط ۵۸۰۰ کالری کوچک حرارت تولید میکند ؟

۶- میخواهیم بتوسط جریان الکتریکیه که شدت آن مساوی ۱۵ آمپر است جسمی را که وسعت سطحش ۳۲ سانتیمتر مربع است باندازهٔ ۰٫۱ میلی‌متر ضخامت آب طلا بدهیم درصورتیکه میدانیم وزن ذره طلا ۱۹۶ و وزن مخصوصش ۱۹٫۳۲ است چقدر وقت برای اینعمل لازم است .

۷- مجموعهٔ از ده پیل در مفتولی جریانی مساوی ۰٫۷۵ آمپر تولید میکند اگر با این جریان مقاومت دیگری مساوی ۵ اهم اضافه نمائیم شدت جریان مساوی

ع ره اهم میشود بنابراین تعیین کنید اولاً مقاومت مفتول واولیه را (با اضافه پیل) وثانیاً قوهٔ محرکه هریک از پیلها را ؟

(۸- پیلی با مقاومت مجهول x مربوط بمفتولی شده که مقاومتش ۲ اهم واختلاف سطح الکتریکی در دو کنار مفتول مساوی یک وُلت است درصورتیکه میدانیم قوه محرکه پیل ۱٫۸ ولت است تعیین کنید مقاومت مجهول x را ؟

کتبه العبد حسین (۹۹) میرخانی

درمطبعه علمی طبع گردید

۱۳۴۷